LLI

Digitized by Google

·BIBLIOTECA··
·LVCCHESI·PALLI·

Grande Sala D.S

18 - IV - 8

III 18 IV 8

ELEMENTI

DI

FISICA UNIVERSALE.

Proprietà letteraria.

22017

ELEMENTI

DI

FISICA UNIVERSALE

DEL SACERDOTE ROMANO

FRANCESCO REGNANI

DOTTORE IN SACRA TEOLOGIA ED IN FILOSOFIA E MATEMATICA,
PROFESSORE DI FISICO-CHIMICA NEL LICEO DEL PONTIFICIO SEMINARIO ROMANO,
E DI FISICA UNIVERSALE NEL GINNASIO ROMANO DI FILOSOFIA ALLA PACE.

SECONDA EDIZIONE

MIGLIORATA, E NOTABILMENTE ACCRESCIUTA DALL' AUTORE.

PARTE SECONDA.

VOLUME I.

BIBLIOTECA · LUCCHESI · PALLI

ROMA.
NELLA STAMPERIA DELLE INCISIONI ZILOGRAFICHE.
21. Passeggiata di ripetta.

1863.

VITTORIO EMANUELE III° · BIBLIOTECA NAZIONALE · NAPOLI

Moss

Digitized by Google

FISICA UNIVERSALE.

PARTE SECONDA.

FISIOPEIRIA.

NOZIONI PRELIMINARI.

* **1. Oggetto della Fisica sperimentale.** — Alla descrizione di tutta l'immensa fabbrica dell'Universo, e delle varie parti, onde risulta; alla esposizione dei grandi fenomeni celesti, meteorici, e terrestri, dei quali ognuno brama saper le cagioni; alla enumerazione e classificazione degli esseri diversissimi, che formano, rivestono, od abitano il nostro globo; dee tener dietro uno studio assai più profondo: ed è quello dei corpi in sè medesimi; ossia della materia, da cui sono costituiti questi esseri, i quali appartengono a regni e famiglie tanto differenti; e delle sue forze, le quali sono la cagione di quei sorprendenti fenomeni, e si congiungono insieme e si intrecciano in bell'armonìa a produrre il maraviglioso spettacolo della Natura. Or questo studio non può farsi, senza che i corpi si alterino artificialmente; senza che i misti si scompongano nei loro componenti; senza che si cimentino, e spesso ancora si stimolino le forze della materia ad agire sotto condizioni straordinarie; e senza che finalmente si mettano talora a nudo i congegni, dei quali si servono gli agenti fisici (P.I^a. **2.** II. 4^a) nelle loro più recondite operazioni; e per dirlo con una parola sola, non può farsi senza gli esperimenti (P.I^a. **4.** I. 2^a). Il perchè in questa Parte, la quale, essendo per varii capi dissomigliante da quella che suol dirsi *Fisica sperimentale*, abbiamo chiamato *Fisiopirìa*, ed anche, a cessare ogni equivoco, (P.I^a. **5.** II) *Fisiopeirìa*; in questa Parte, dico, studieremo in un modo più generale

la materia, esaminandone le proprietà, rintracciandone le energie.

2. Essenza nozionale dei corpi. — La parte esperimentale della Fisica, a procedere con chiarezza e con ordine, conviene che esordisca da due indagini preliminari. *Prima*, che cosa è ciò che chiamasi corpo o materia? *Seconda*, quante e quali sono le principali specie, nelle quali si offre distinta la materia? Entrando senza più nella prima, poichè tutti pronunciano spessissimo i vocaboli *corpo* e *materia*, e nessuno prende abbaglio sul loro significato; principiamo dal definire questa volgare significazione, e prepariamo con qualche altra definizione il discorso sulla essenza nozionale dei corpi.

I. DEFINIZIONI. 1ª Tutto ciò, che ci si rivela costantemente ai sensi, si chiama *corpo* o *materia*.[1]

2ª Si denomina *estensione* la posizione di parti aggregate una fuori dell'altra.

3ª Sogliamo poi chiamare *resistenza* l'opposizione, che una cosa offre all'azione che si fa su di essa.

4ª Si dice *essenza reale* quella proprietà, posta la quale le altre si pongono, e la quale tolta si tolgono le altre.

5ª Quelle proprietà di una cosa, poste le quali si à il concetto di essa e le quali tolte si perde il concetto che noi ne abbiamo, costituiscono la così detta *essenza nozionale* di quella cosa.

II. PROPOSIZIONE. *La estensione e la resistenza costituiscono insieme la essenza nozionale dei corpi.*

Dichiarazione. La verità di questa proposizione diviene manifesta per le seguenti considerazioni, le quali divideremo per maggior chiarezza in tre punti.

1° Cartesio e Malebranche riponevano l'essenza dei corpi nella sola estensione; Gassendi, da cui non sembra dissentire Leibnitz, la collocava nella sola resistenza: e noi nell'unione dell'una coll'altra riconosciamo l'essenza nozionale

1 Anticamente si distingueva fra corpo e materia: ma al presente, tanto dai Fisici che dai Metafisici, questi due vocaboli si sogliono usurpare promiscuamente come sinonimi.

della materia. Ed in prima è un fatto, che tutti i corpi (I. 1ª) ci si mostrano composti di più parti, distribuite una fuori dell' altra nello spazio: vale a dire ci si mostrano *estesi*. È parimenti un fatto, che questi esseri estesi sono più o meno restii ai nostri impulsi, cosicchè bisogna esercitare uno sforzo per determinarli al moto o alla quiete ; e di più uno non cede all' urto dell' altro che in parte, e reagendo su quest' altro: in breve sono *resistenti*. Ed è appunto per questa resistenza, cui oppongono i corpi esterni scambievolmente fra loro ed ai nostri organi, che la materia ci si rende sensibile. Dunque nel concetto di corpo entrano del pari l'estensione e la resistenza. Or bene, tolta o la estensione o la resistenza, si perde il concetto, che l'osservazione ci somministra, dei corpi: al contrario quelle due proprietà unite insieme bastano a fornirci il concetto medesimo.

2° Certamente noi negheremmo il nome di corpo ad una cosa, nella quale non ritrovassimo o la estensione o la resistenza. Dacchè una pura estensione senza resistenza di sorta, come sarebbe una figura geometrica, lo spazio puro per esempio di una camera votata completamente di tutto, non opererebbe sui nostri sensi e non si direbbe corpo : come parimenti una resistenza, oppostaci da un essere che non ci apparisse esteso, ci rivelerebbe una forza, la quale potrebbe bensì essere da noi attribuita ad un genio benefico o malefico, ma non mai alla materia. Tolta adunque o la estensione o la resistenza, perisce il concetto che noi abbiamo dei corpi.

4° Invece è manifesto che queste due proprietà bastano a fornirci l'idea di corpo: giacchè ovunque noi le troviamo riunite, ivi senza cercar più oltre, diciamo essere un corpo o della materia. Dunque ecc.

III. COROLLARIO. Dunque per *corpo* o *materia* s'intende un essere esteso e resistente. Dappoichè è chiaro, che tale essendo, almeno rispetto a noi [1], la essenza del corpo,

1 « Dico, *almeno rispetto a noi;* perocchè se altri dice che la materia in sè stessa è tutt'altro da ciò che a noi appare, io con questi « non farò briga: il fisico si contenta di studiare le sostanze corporee, « quali Iddio le fa conoscere a noi col mezzo degli organi, non filosofa

essa somministra al Fisico la definizione nominale della materia.

3. Estensione. — E qui è utile soffermarsi brevemente a fare qualche avvertenza fondamentale sull'estensione e sulla resistenza. E prima sull' estensione.

* I. SCOLIO. L'estensione di un corpo qualunque è variabile. Imperocchè nelle continue mutazioni, accrescimenti, e corrompimenti, ai quali tutto giorno va soggetta la materia, da un lato noi veggiamo spesso un corpo sciogliersi in parti, ognuna delle quali ci apparisce estesa, ed esistente separatamente da sè sola; dall'altro veggiamo queste parti medesime talora aggregarsi fra loro, o combinarsi con altre, per dar nascimento ad un nuovo corpo, od accrescimento a qualche altro dei già preesistenti. Chi non sa che talora nuove parti si applicano ed aderiscono esternamente sulla superficie di un corpo inorganico, e così ne aumentano l'estensione per *giustaposizione*, come suol dirsi? Chi vi à che ignori, come nei corpi organizzati viventi si introducano continuamente nuove particelle, le quali dopo essersi colà dentro alterate ed organizzate alla maniera delle preesistenti, vale a dire assimilate, fanno sì che per *intus susceptionem*, come chiamano, un piccolo seme si tramuti in un albero colossale? Per la qual cosa l'estensione di un corpo è del tutto accidentale, e mutabile.

* II. COROLLARII. Dai fatti qui sopra ricordati fluiscono alcune illazioni assai importanti.

1° Dunque ogni corpo è un molteplice, ossia un aggregato di più sostanze riunite fra loro.

2° Dunque il numero e la qualità, delle parti costituenti un corpo, è variabile. Poichè in tanto accadono i sopraddetti cangiamenti nell'estensione di un corpo, in quanto cangia il numero delle sue parti; e questi cangiamenti non accadono solo per l'addizione di altre parti della stessa qualità, ma anche per l'aggiunzione di parti di qualità diversa.

« se non appoggiato all'esperienza; e come non si crede obbligato a di-
« mostrare l' esistenza dei corpi, così pretermette ogni ricerca trascen-
« dente sulle essenze delle cose non soggette ai sensi » (Pianciani *Istituzioni Fisico-chimiche pag. xxxi)*.

3° Il fenomeno, dell'estensione di un corpo, non è prodotto da una causa unica residente in esso corpo; ma dalle singole sostanze, le quali entrano a formarlo. Perciocchè intanto il tale corpo è così grande e ponderoso, e precisamente questo e non altro, in quanto costa di quel dato numero e qualità di sostanze riunite o combinate insieme. Ora ognuna di quelle sostanze corporee prima dell'unione avea già un' estensione; ed il tutto che da esse risulta, di regola generale, tanto più aumenta in dimensione, quanto è maggiore il numero delle parti che lo costituiscono. Dunque il corpo è un aggregato di più sostanze realmente distinte fra loro; ognuna delle quali à la forza di mostrarcisi, e al tatto e alla vista, non pure estesa, ma in un sito diverso da quello occupato dalle altre.

4° L'estensione dei corpi non è continua. Conciossiachè, come dicevamo or ora, l'estensione di un corpo nasce dall'estensione delle sue parti, e dal mostrarsi che ciascuna fa in un sito diverso da quello occupato dalle altre. Ora queste parti essendo vere e reali, ed avendo ciascuna una sua propria sussistenza, debbono anche avere nella loro estensione confini proprii, ossia limiti determinati. Dunque l'estensione dei corpi potrà bensì apparire a noi, ma non potrà mai essere in sè continua, ossia costituita da parti, le quali sien prive di limiti proprii, ma accogliendosi l'una l'altra abbiano solamente confini comuni. Dunque, prescindendo da ogni argomento metafisico atto a dimostrare l'assurdità del continuo *concreto*, si vede con ciò solo che l'apparente continuità dei corpi, anche i più compatti, non è che una illusione proveniente dall' imperfezione dei nostri organi, i quali non sanno distinguere e separare l'estensione propria di ciascuna parte. Ed è perciò, che quanto più si perfezionano i mezzi per vedere le cose piccole, chiamati *microscopii*, tanto divien maggiore il numero delle particelle di un corpo, delle quali distinguiamo il principio ed il termine.

III. DEFINIZIONI. 1ª Una estensione non corporea, ossia senza veruna resistenza, si dice *spazio*.

2ª Se lo spazio è circoscritto da corpi si chiama spazio *reale*, se no è detto *puro*.

3ª Lo spazio racchiuso sotto la esterna superficie di un dato corpo vien chiamato *volume* di quel corpo.

4ª Ognuna delle sostanze, che entrano a formare il corpo, è detta *punto materiale*.

5ª Il numero maggiore o minore, dei punti materiali costituenti un dato corpo, vien denominato *massa* del corpo medesimo.

4. Resistenza. — La resistenza, colla quale i corpi si oppongono all'azione, che vien fatta su di essi, è di più maniere. Esaminiamole una ad una.

*I. SCOLIO. 1° Primieramente la resistenza consiste in un impedimento, pel quale la materia non si lascia indifferentemente penetrare da altra materia. Ed in vero, ordinariamente parlando, per fare che un corpo entri ad occupare il luogo di un altro, è necessario che questo abbandoni il posto suo. Che se talora ciò non è del tutto manifesto, non mancano ragioni per ritenere che ogni qualvolta due corpi si incontrano a vicenda, da un di loro viene opposto almeno un qualche impedimento alla penetrazione dell'altro. Dappoichè se in questo incontro uno dei due corpi potesse passare con disinvoltura a traverso dell'altro, e senza incontrare veruna opposizione, andar oltre a sua posta, non si avrebbe urto veruno. Ora le modificazioni che i corpi si impongono a vicenda (ove se ne eccettuino le mutue attrazioni e ripulsioni, nell'ipotesi che queste si facciano senza l'intervento di verun veicolo) sono tutte prodotte dall'urto. È dunque fuori di dubbio che i corpi oppongono una resistenza, ogni volta che si trovano in procinto di esser penetrati da qualche altro.

2° In secondo luogo non accade mai che si faccia un'azione sopra di un corpo qualunque, senza che se ne risentano le conseguenze da quello che fa l'azione medesima: ossia senza che l'agente riceva dal paziente un urto od operazione contraria. Se una palla ne colpisce un'altra, e se la spinge innanzi, la palla colpita respinge indietro l'urtante: se la Terra attira a sè il sasso che cade, anche questo attrae alla sua volta la Terra: è grande la violenza, onde una grossa pietra tira giù la volta, a cui per avventura essa sia ap-

pesa, ma altrettanto grande è l'energia colla quale la volta medesima sostiene il masso. Or bene: anche questa forza, con cui ogni corpo si oppone all'azione che vien fatta su di esso, è una resistenza, ed è totalmente diversa dall'antecedente.

3° Finalmente è un fatto notissimo, che nessun corpo cede completamente alle azioni, alle quali soggiace. Per piccola che sia una palla di bigliardo, si esige un qualche sforzo a metterla in movimento: un leggier soffio di vento non basta a spingere innanzi una barchetta: ove pretendasi traslocare un voluminoso pezzo di marmo, conviene impiegare una forza assai poderosa: e la Terra non si muove nè per un calcio, nè per i colpi che riceve quando si fanno le palafitte [1]. È quindi manifesto che qualunque siasi corpo, invece di essere del tutto arrendevole agli incitamenti che soffre, oppone una positiva resistenza ad ogni cangiamento di stato. Resistenza di un genere tutto diverso dalle antecedenti; e la quale in certi casi è tanto forte, che basta a frustrare la più grande violenza che venga fatta per determinare un dato corpo a cangiar posizione.

II. SINOSSI. Dunque in quell'insieme di fenomeni, i quali costituiscono l'opposizione che i corpi fanno ad ogni azione o violenza cui soggiacciono, i quali cioè costituiscono quella che abbiam chiamato *resistenza*, si distinguono tre ordini di fatti assai differenti fra loro. Vi è l'ostacolo che ogni corpo oppone alla penetrazione; vi è l'azione che ognuno esercita contro qualunque altro opera su di sè; vi è finalmente una certa direi quasi indocilità o renitenza a concepire i movimenti, e in genere i cangiamenti che si tenta di indurre in qualsivoglia parte della materia [2].

1 È di questa resistenza che si parla in Fisico-matematica, quando si cerca la condizione dell'equilibrio nelle macchine; e quando si valuta l'impedimento al moto per gli attriti, pel fluido in cui è immerso il mobile, per la rigidità delle funi, pel peso dei pezzi dell'ordegno; e via dicendo.

2 Fisici nel trattare della resistenza dei corpi considerano esclusivamente, quale uno quale un altro di questi ordini di fatti, e più comunemente prendono di mira il primo. Nel decorso delle trattazioni future si avrà

III. DEFINIZIONI. 1ª La forza, la quale produce l'ostacolo, che i corpi oppongono alla penetrazione, è chiamata *forza di resistenza*, o anche *resistenza* senz'altro.

2ª Quella spinta contraria, o attrazione, o ripulsione, onde ogni corpo risponde agli urti o attraimenti o repulse che soffre, vien denominata *reazione*.

* IV. SPIEGAZIONI. 1ª La reazione dei corpi e la resistenza che essi oppongono alla penetrazione sono fatti primi, che dobbiamo contentarci di avere stabiliti e collocati al lor posto. Essi rivelano due forze positive residenti in ciascun punto materiale, coll'*una* delle quali ognuno di essi difende esclusivamente per sè il posto che occupa, coll'*altra* esso non dispiega solamente la sua attività nel senso in cui riceve la determinazione dallo stimolo, ma anche nel senso opposto, cioè contro lo stimolo medesimo. E quest'ultima è una resistenza vera, ossia *resistenza* nel senso più proprio della parola.

2ª Ma se questi fatti non ammettono ulteriore spiegazione; non può dirsi altrettanto di quelli, che abbiamo chiamato per metafora indocilità o renitenza alle mutazioni di stato: e però è bene che ce ne occupiamo alquanto. Alcuni attribuiscono questa differenza, la quale passa fra la violenza che si esercita sopra di un corpo e l'effetto che se ne ottiene, l'attribuiscono, dico, ad una certa forza *sui generis*; forza (se posso dir così) conservatrice, residente in tutti i corpi, alla quale è affidata la cura di mantenere in essi lo *statu quo*. Ma questa forza non esiste. Basta una leggiera considerazione a convincerci, che questa apparente conservazione, più o meno tenace dello *statu quo*, risulta da due cagioni, le quali possono dirsi estranee al corpo che le manifesta. Infatti ordinariamente i corpi sono sottomessi a qualche forza, che li vincola in una certa situazione. Ond'è che l'azione la quale si esercita sopra uno di essi, deve cominciare dal pareggiare tutte le altre forze, alle quali esso soggiace; e poi

forse agio di riconoscere l'utilità, che deriva dall'averli fin da questo momento considerati tutti insieme, distinguendoli in pari tempo uno dall'altro, ed assegnando a ciascuno il suo officio, o le proprie attribuzioni.

Digitized by Google

con quel tanto, con che essa azione per avventura le supera tutte, produrrà il suo effetto. Serva di esempio una palla, che si voglia fare ascendere su per un piano inclinato. Una porzione della spinta, che le si dà, serve a vincere la gravità che la costringe a cadere, un'altra porzione serve a vincere l'attrito, che non manca mai, per quanto la palla ed il piano sieno levigati e lisci; un'altra porzione serve a vincere la resistenza dell'aria al moto della palla medesima; e che so io. Or bene: tutte queste porzioni di forza restano senza effetto, quanto al produrre la salita, e non recano altro vantaggio che bilanciare tutte le dette forze riunite. La porzione di forza che è veramente efficace all'uopo, è quel di più che resta. Ond'è che l'effetto, in quanto è movimento della palla, nel fatto è ben differente dalla forza impiegata. E questa differenza è spiegata abbastanza.

3ª Ma oltre a ciò vi è un'altra considerazione a fare. Se una molecola corporea si voglia determinare al moto, basterà una mediocre forza per imprimerle una grande velocità. Ma ove si voglia impiegare la forza stessa per muovere un corpo composto di due molecole, è manifesto che questo non concepirà che la metà della sopraccennata velocità. Così ne concepirà un sol terzo (della detta velocità) un corpo, il quale costando di tre molecole, sia spinto come sopra; e un corpo di cento, di mille, di un milione di molecole, non potrà essere animato che da un sol centesimo, millesimo, milionesimo di essa velocità, quando sia incitato al moto colla forza medesima. Tutto questo dipende dal ripartirsi, se posso dir così, che fa la detta forza sulle singole particelle costituenti un corpo dato. Anzi se questo sia grandissimo, come la Terra nostra, un urto qualunque che gli si dia, non lo potrà determinare che ad una velocità tenuissima; e tale per conseguenza, che sarà facilmente elisa da altri urti contrarii, e in ogni caso sarà annullata dagli impedimenti estranei, che si opporranno al moto suo, non fosse altro dalla resistenza stessa dell'aria. Ecco dunque che questa altra differenza ancora, che passa fra la energia dell'urto e la velocità, non prova nel corpo l'esistenza di veruna forza conservatrice dello stato suo.

IV. LEGGI. 1ª *La reazione è uguale e contraria all' azione.* Apparisce da tutto ciò che si è detto su questa reazione, che essa è *contraria* all'azione: mentre si esercita in senso inverso a quello in cui opera l' azione, cioè lo stimolo. Il che non significa già che sempre la reazione elida una parte dell' azione: mentre può anche aumentarla. E di vero la velocità, con cui il ferro corre incontro alla calamita, è aumentata dalla reazione, per la quale la calamita stessa è attratta dal ferro. È poi *uguale* all'azione. Giacchè in prima non aumenta coll'aumentar della massa del reagente; ma coll' aumentar dello stimolo. E poi è un fatto che se con un pugno molto gagliardo si percuota il muro, altrettanto violenta è la percossa che ne risente la mano; con quanta maggior pressione si calca in giù una molla, tanto maggiore è la spinta che la molla fa in su; quanto grande è la energia onde i cavalli trascinano avanti una carrozza, ugualmente grande è la violenza colla quale la carrozza tira indietro i cavalli. Questa uguaglianza sarà spiegata e dimostrata più compiutamente appresso. Frattanto osservo, che da essa non potrebbe già concludersene l'impossibilità del movimento. I. Perchè, come abbiam detto, talora la reazione, sebbene contraria in direzione, pure cospira nell' effetto coll' azione. II. Perchè anche senza ciò il paziente non ispiega la sua attività solo contro lo stimolo, ma anche secondo l'impulso di questo. Ond'è che una sfera, urtata da un' altra, diminuirà certamente nella sua reazione la velocità dell' urtante; ma non mancherà per questo di concepire essa stessa un movimento, nel senso medesimo, in cui è spinta dalla urtante.

2ª *La forza di resistenza è ordinariamente invincibile; sebbene non possa dimostrarsi che sia sempre tale.* È cosa esplorata, che comunemente è affatto impossibile fare, che un corpo occupi lo spazio riempiuto nel tempo stesso da un altro. Ma non si sa, se questo fatto si avveri sempre senza veruna eccezione. Quello che è certo si è, che in tutti i corpi accadono fenomeni, i quali dipendono dall'urto. Ora questi non potrebbero aver luogo, quando i due corpi, che vengono in collisione, non facessero almeno un qualche sforzo per escludersi a vicenda dal posto da loro occupato. Dunque la

forza di resistenza si ritrova in tutti i corpi; sebbene forse non sia in tutti sempre vittoriosa. Ma di ciò più tardi.

3ª *La resistenza impropriamente detta, la quale dipende dal doversi l' azione dello stimolo ripartire su tutte le particelle del corpo paziente, è esattamente proporzionale alla massa di questo.* Tale proposizione, che è asserita dai Fisici della resistenza in genere, quando si restringa nei limiti da noi assegnatile, è della più sfolgorante evidenza. E veramente la *forza di resistenza*, come dicevamo poco fa, o è invincibile ed incommensurabile, o non ne conosciamo la intensità. La reazione poi è uguale all'azione, qualunque sia la massa del reagente. Ma quella specie di resistenza che mostra un corpo, concependo una velocità molto minore di quella del corpo impellente (perchè essa velocità dee ripartirsi per ciascun punto materiale del corpo urtato) dovrà certamente raddoppiarsi, triplicarsi, ..., col raddoppiarsi o triplicarsi del numero dei punti materiali, dei quali costa un dato corpo, ossia della massa.

4ª *Finalmente quella apparente resistenza, che proviene dalle forze estranee, sotto le quali si trova impegnato un corpo quando è investito da uno stimolo, è proporzionale al numero ed intensità di queste forze medesime, ed alla massa di esso corpo.* Anche questa proposizione è manifestissima. Più sono le forze, cui deve sopraffare lo stimolo per ottenere un qualche effetto nel corpo stimolato, più è grande la energia con cui ciascuna di esse tiene vincolato il corpo medesimo; e più grande sarà ancora per questo sol capo la disparità che ritroverassi fra la potenza dello stimolo, e la quantità dell'effetto che per esso si ottiene. E poichè queste forze, di regola generale, si replicano su ciascun punto materiale del corpo che è a loro sottomesso; così la sopraddetta disparità sarà anche proporzionale alla massa. Questa ultima proporzionalità dunque, lungi dall'essere la legge generale della resistenza, non lo è che per quelle due specie di fenomeni, le quali più impropriamente di ogni altra, son considerate come resistenza.

5. Attributi essenziali della materia. — A tutti i corpi indistintamente competono certe altre proprietà, le

quali sono strettamente connesse colla loro medesima essenza, e però sono dette *attributi essenziali della materia.*

I. DEFINIZIONI. 1ª Si chiama *figura* la disposizione relativa dei limiti di una estensione qualunque.

2ª La proprietà di un corpo, di lasciarsi trasportare di una in altra parte dello spazio, vien denominata *mobilità.*

3ª Colla parola *divisibilità* si può intendere tanto la possibilità di distinguere varie parti l'una dall'altra, quanto quella di separarle o staccarle in effetto. In Fisica per altro non si parla che di quest'ultima, e la parola à questa sola significazione.

4ª A significare che una forza è incapace, o impotente a determinarsi da sè all'azione o all'inazione, si usa il vocabolo *inerzia.* I Fisici, traducendo in linguaggio più acconcio al loro uopo questa voce, definiscono l'inerzia la indifferenza al moto o alla quiete.

II. TEOREMI. 1° *I corpi sono figurati.*

Dimostrazione. Poichè assolutamente ripugna un numero infinito od indefinito di parti attuali (come sappiamo dalla Metafisica), così ogni estensione *concreta* dev'essere limitata nelle tre dimensioni di lunghezza, larghezza, e profondità. In altri termini ogni corpo, poichè pel Fisico è essenzialmente esteso, dev'esser limitato in ogni senso, e però chiuso dentro certi determinati confini. Ora ciascuno di questi confini, come è manifesto, deve avere una determinata giacitura e disposizione rispetto agli altri. Ma la disposizione di tutti i confini costituisce la figura. Dunque ogni corpo à una determinata figura. E poichè questa proprietà discende dal concetto stesso del corpo, essa è un attributo essenziale della materia.

Conferma. Tanto più che tutti i corpi, i quali ci si rivelano pel tatto o per la vista, ci appariscono figurati. Avranno spesso una figura bizzarra, irregolarissima; ma una figura sempre l'ànno. Dunque debbono averla per analogia anche quei corpi, ai quali non giunge la nostra osservazione.

2° *Tutti i corpi sono mobili.*

Dimostrazione. Se tutti i corpi occupano una porzione dello spazio, non v'è per altro veruna necessità che un d'essi

riempia piuttosto una tal parte dello spazio puro, che tale altra. Nulla dunque vieta, che i corpi pàssino da un sito ad un altro. Anzi la ragione vede in qualsivoglia porzione dello spazio puro una perfetta indifferenza ad essere occupato da un corpo qualunque. Il che vuol dire che la mobilità è un essenziale attributo dei corpi.

Conferma. E di fatto noi vediam tutto giorno un gran numero di corpi terrestri successivamente tramutarsi di uno in altro luogo. E la Terra stessa gira (come si è dimostrato nella Prima Parte) giornalmente intorno a sè stessa, ed annualmente per l'eclittica, trascinando seco tutte le cose sublunari. Fanno altrettanto tutti i Pianeti. Fino fra le stelle che son denominate *fisse* ve n'à talune, e sono le multiple, che si aggirano intorno a un punto. E il Sole medesimo, se non si trasloca per i segni dello zodiaco, certamente ruota intorno a sè stesso, e probabilmente trasporta tutto il suo sistema per un' orbita che non è ancora sufficientemente determinata. Quindi anche per analogia si può ritenere, che tutti i corpi, se non sono in un perpetuo movimento, certamente poi sono *mobili*.

3° *Tutti i corpi sono divisibili*.

Dimostrazione. Giacchè se è vero che i corpi sono costituiti di varie parti riunite insieme, non per questo dee ritenersi, che tali parti sieno talmente strette e connesse fra loro, da non potere essere separate a vicenda. Dappoichè ogni corpo è contingente, è chiaro che la riunione delle varie sostanze, le quali concorrono a costituirlo, non può dirsi in verun conto necessaria; e però da una forza almeno infinita potrà disfarsi e distruggersi. E infatti abbiamo già veduto (§. I.) che la estensione dei corpi, quale ci si manifesta per la vista e pel tatto, è affatto variabile e fortuita, e risulta (§. II.3°) dalla estensione delle parti, che concorrono a formare il tutto. È però che queste parti, essendo accidentalmente riunite, debbono potersi disunire. Nè varrebbe il dire, che colle successive divisioni si dovrebbe pur finalmente pervenire a quelle parti, che essendo in sè stesse una cosa sola, non possono ulteriormente scomporsi. Conciossiachè queste parti, appunto perchè sono una cosa sola e non un aggregato di più cose, non sarebbero corpi, e però escono dal

soggetto della nostra tesi. È pertanto manifesto che la divisibilità, poichè fluisce dal concetto stesso che noi abbiamo de' corpi, è, almeno rispetto a noi, un attributo essenziale della materia.

Conferma. E per confermare anche qui la cosa col fatto, chi non sa a quale tenuità possa ridursi la più parte dei corpi col dividerli e suddividerli? Sono registrati in tutti i libri di Fisica molti esempi luminosissimi della sorprendente divisibilità della materia. Per riportarne qualcuno, ricorderò la tenuità dei succhi e degli umori, che circolano per i vasi dei vegetali e degli animali anche infusorii; non che la sottigliezza degli effluvii odorosi, che si spandono per più giorni in un vasto ambiente, ad onta che vi si rinnovi continuamente l'aria, e senza che il liquido odoroso diminuisca sensibilmente di peso. Noterò inoltre che Boyle divise un grano di rame in più di 22 milioni di parti visibili; che Wollaston à ottenuto con un grano di platino un filo lungo circa un migliaio di metri e così fino da volercene una fune di ben cento ad agguagliare la grossezza di un fil di seta naturale; che a tal sottigliezza appunto può ridursi un tubetto di vetro, cioè un cilindretto percorso in tutta la sua lunghezza da un canale interno relativamente largo; che un centigramma di indaco è divisibile in cento milioni di parti; e che finalmente un oncia d'oro è stata distesa per ben sette milioni di metri. Finalmente mi piace riferir qui un nuovo fatto, che mi sembra anche più maraviglioso dei precedenti. Col metodo fotografico (come vedremo meglio a suo luogo) si ricuopre una lastrina di vetro con alcune sostanze, capaci di essere alterate più o meno dalla più o men vivida luce, che è riverberata dalle diverse parti di un oggetto qualunque, e va per mezzo di una lente a formare l'imagine di questo sulla lastrina medesima. Poi con alcune altre sostanze scelte opportunamente, quelle particelle delle prime sostanze, che furono alterate dalla luce, si portano via in maggiore o minore abbondanza, secondo che la detta alterazione fu maggiormente o minormente profonda. A questo modo la lastrina ritorna dove più dove meno scoverta e diafana: cosicchè se l'oggetto, che inviava la luce, fu una iscrizione, o un ritratto, essa rimarrà opaca in tutti quei punti,

che rispondono alle lettere di quella, o alle parti oscure di questo; e quindi se ne otterrà sulla medesima la pittura a trasparenza. Or bene: nella brevissima estensione di un millimetro quadrato, nella quale non capirebbe una sola lettera di questa stampa, si ottiene da quattro anni in qua o un quadro che rappresenti più decine di persone o di cose, oppure una leggenda di molte centinaia di lettere; e l'uno o l'altra per mezzo del microscopio appariscono assai grandi e formati da linee tutte continue. Quanti punti di quelle sostanze impressionabili alla luce, costituiscono una di queste lettere? quanti un solo lineamento di un ritratto? Senza andar più oltre in questa enumerazione, che potrebbe assai prolungarsi; il già detto basta a persuaderci, che quanto più si perfezionano le arti, tanto più avanti può spingersi la divisione dei corpi: e che perciò finchè si tratta di corpi, potranno mancare a noi i mezzi di divisione, non già ad essi l'attitudine ad esser divisi. Il che prova che ogni corpicciuolo, per tenue che sia, è per sè medesimo sempre ulteriormente divisibile.

4° *Tutti i corpi sono inerti.*

Dimostrazione. La materia, come abbiam detto, è estesa, e composta di parti, dunque è priva affatto di intelligenza e di senso, ossia è cieca; e perciò è priva ancora di ogni volontà o spontaneità, ossia è schiava: perchè ove non è cognizione di sorta, non può essere neppure volontà. Ora per significare che una forza non à nè libertà, nè spontaneità; e che però non può passare all'atto senza un previo determinativo, e senza l'eccitamento d'uno stimolo estrinseco, e di uno stimolo tale che da esso dipenda fin anche con quanta energia la forza debba venire in atto; si suol dire che essa forza è *inerte*. Ai corpi è dunque essenziale l'inerzia.

Conferma. Noi veggiam tutto giorno che i corpi non passano dalla quiete al moto, se non siano urtati da qualche altro; e il il nostro corpo medesimo non si muove, che dietro gli impulsi della volontà: e per converso allora un corpo cessa di muoversi, quando uno o più ostacoli giungono a togliergli tutto il moto. A dir vero molti movimenti, come quelli di vegetazione nelle piante, e di nutrizione negli animali, sem-

brano a prima giunta spontanei. Ma è tanto ferma nei Fisici la persuasione della inerzia della materia; che ove non possano ritrovare fra le note forze fisiche la cagione necessaria di tali movimenti, per ispiegarli in qualche maniera ricorrono ad un essere immateriale, o anima dotata almeno di spontaneità, che stia in commercio con quegli esseri viventi: né è mai caduto in pensiero a veruno il facile ripiego di dire, che quei tali corpi si muovono da sè medesimi.

III. SINOSSI. Insomma competono ai corpi sei proprietà essenziali: la estensione, la resistenza, la figura, la mobilità, la divisibilità, l' inerzia. Sulle prime due abbiamo già esposte (**3. 4**) alcune importanti avvertenze; sulle due altre è sufficiente quel poco, che ne abbiam detto testè; rimane quindi che trattiamo un poco più distesamente delle ultime, della divisibilità cioè e della inerzia.

6. Divisibilità della materia. — Relativamente a codesto attributo essenziale dei corpi, soglionsi agitare con gran calore due controversie; l' esposizione delle quali può servire di schiarimento a tutto ciò, che dee dirsi in appresso. *Prima*: i corpi, si domanda, potrebbero essere per sè medesimi infinitamente, o almeno indefinitamente divisibili? *Seconda*: esiste in natura qualche forza atta ad isolare stabilmente gli elementi della materia? A queste due questioni risponderemo il più brevemente che per noi si possa.

I. PROPOSIZIONI. 1ª *La divisibilità dei corpi è limitata.*

Dichiarazione. Ricordiamoci innanzi tratto, che qui non è discorso della *distinguibilità* delle parti, ma sibbene della loro *separabilità*. Chè nell'estensione, che ci mostra un corpo, non si finisce mai di *distinguere* nuove parti, e in questo senso la divisibilità sarebbe veramente infinita. Ma questa considerazione puramente matematica, è qui fuori di posto, e pecca del sofisma chiamato *ignoranza di elenco*. Imperocchè qui si ricerca, se una forza, almeno infinita, possa dividere un corpo in infinite parti, ognuna delle quali sia una porzione della sostanza, che formava l'intero corpo, e però ognuna sia una sostanza vera ed esistente da sè, specialmente dopo la divisione.

Dimostrazione. Capita così la questione, la risposta non è

Digitized by Google

dubbiosa; e ce la dànno i Metafisici. Supponendo, dicon essi, che Domineddio effettuasse questa infinita divisione, la quale si richiede se sia possibile, la sua illimitata potenza verrebbe con ciò a gittare in disparte (una dall'altra) un numero infinito di cose reali. Ora il numero infinito attuale ripugna. Dunque ripugna la divisibilità effettiva infinita. Ripugna anche la divisibilità effettiva indefinita: dacchè questa ricade in quella. Conciossiacchè intanto una cosa sarebbe in sè indefinitamente divisibile, in quanto ogni divisione, che si effettuasse in lei, non sarebbe mai l'ultima; e però le divisioni effettuate sarebbero finite, ma infinite dovrebbero dirsi le effettuabili. Per altro, affinchè questo potesse dirsi, bisognerebbe di necessità che nel corpo si ritrovassero infinite parti reali, e distinte in sè medesime una dall'altra: giacchè è assurdo che si possa separare da tutte le altre una cosa, che non vi è realmente insieme alle altre, e non à un' esistenza propria. Dunque nell' ipotesi della divisibilità indefinita, sempre si supporrebbe nel corpo un numero infinito di parti reali, come nel caso della divisibilità infinita.

2ª *Nessun corpo può, per mezzo delle forze fisiche, ridursi stabilmente ai suoi elementi semplici.*

Dimostrazione. I Metafisici dimostrano contro gli idealisti, che i fenomeni fisici si debbono spiegare con cause fisiche; e non cogli elementi della materia, che certamente non sono corpi. Conciossiachè il Mondo ci si offre come molteplice, ossia vi veggiamo più cose; ed i Metafisici dimostrano la stranezza di assegnare *una causa unica e semplice* di questa rappresentazione. Ma ogni corpo è parimente un molteplice. Non potrebbe dunque idearsi, che la cagione della sua parvenza fosse un' unità vera. Ora con qualunque metodo si decompongano i corpi, noi troviam sempre per componenti dei corpicciuoli, dei punti, che ci appariscono molteplici. Sarebbe quindi incoerenza accettar qui la stranezza di una cagione sola, o veramente semplice, di questi corpicciuoli molteplici. La deduzione di Cosmologia è, che dunque chi opera, per rivelarci la materia, è la materia medesima, cioè il molteplice; e noi veggiam sempre, e sempre sentiamo i corpi, non mai i loro elementi semplici. Dunque, aggiungiamo noi, nessuna

di quelle cose, le quali ci si rivelano pei sensi, sono un semplice. Dunque non accade mai, che il risultato delle nostre divisioni o decomposizioni, vuoi fisiche, vuoi chimiche, sia l'elemento semplice della materia, gettato là in disparte e segregato stabilmente da tutti gli altri. Dunque una forza, che riduca un corpo nei suoi elementi semplici, in Natura non v'è [1].

Conferma. Viene in conferma un argomento fisico di molto peso. Premettiamo che la teoria, che qui si difende, corre sotto il nome di *atomismo corpuscolare*; e chiamasi *dinamismo* o *sistema dinamico* l'opposta [2]. Or bene; oltre che

1 Con ciò non si pretende asserire che, nell'atto in cui avvengono le decomposizioni e le combinazioni dei corpi, non possa mai accadere che qualche elemento di un dato atomo si stacchi dagli altri, per principiare a far parte di un atomo diverso: sul che nulla potrebbe affermarsi di indubitabile.

2 Non dee confondersi questo atomismo e dinamismo, che potrebbe dirsi *fisico*, coll'atomismo democritico o epicureo; nè coll'atomismo o teoria corpuscolare chimica, della quale faremo cenno a suo luogo; e neppure coll'atomismo e dinamismo di certi Metafisici, i quali vorrebbero far consistere il primo nel mantenere che gli elementi veri dei corpi sieno estesi, ed il secondo nell'ammettere che questi sieno semplici. Poichè è dimostrata la semplicità degli elementi della materia in senso metafisico, e la composizione ed indivisibilità naturale di quei corpicciuoli, che sono pel Fisico gli elementi dei corpi; e poichè inoltre questa composizione ed indivisibilità deve sempre supporsi dal Fisico per non incorrere negli inconvenienti sopra notati, l'unico modo di conciliazione mi sembra essere il distinguere fra l'atomismo e dinamismo metafisico, e l'atomismo e dinamismo fisico. Imperciocchè se il dinamismo fisico è falso e rovinoso per le scienze naturali, il dinamismo metafisico è per le medesime vero e fondamentale. E qui a scansare gli equivoci è bene avvertire, che storicamente (si noti che non dico *logicamente*) la teoria della semplicità degli elementi non si identifica con quella della limitazione di divisibilità metafisica, e della pura apparenza dell'estensione nei corpi. Dacchè Boscovich e Leibnitz stavano per gli elementi semplici, eppure il primo ammise la divisibilità limitata, e secondo molti Leibnitz potè legittimamente negarla; quantunque nel fatto debba dirsi piuttosto che questi parlasse dei corpi in senso relativo e fisico: come pure il medesimo Boscovich, ammettendo lo spazio, come un'estensione assoluta e spargendovi dentro gli elementi semplici dei corpi, tenuti a reciproca distanza dalla lor mutua ripulsione, potè (con quanta coerenza non dico) mantenere il pregiudizio comune. Parimenti la teorica della estensione assoluta è anche *in fatto* distinta da quella della divisibilità illimitata: perchè sebbene comunemente chi accetta l'una accetti anche l'altra; ciò non ostante,

l'atomismo sembra più coerente ai fatti; oltre che il dinamismo, per confessione dei dinamisti medesimi, assai difficilmente si applica all'esperienza, e come una nebbia malefica diffonde la sterilità sui fenomeni naturali; oltre tutto ciò, dico, il solo atomismo è quello che si presta bene alla spiegazione di tutti i fenomeni della materia [1]. Tanto che la moderna Fisica non ricorre mai al dinamismo; e quando non ritrova la cagione di un ordine di fatti fra i corpi che ci son manifesti pei sensi, non pensa mai ad attribuirli all'azione isolata di qualche elemento semplice, il quale nelle divisioni e suddivisioni dei corpi sia rimasto separato da ogni altro, e sussista da sè solo, e da sè solo operi: ma piuttosto suppone l'esistenza di un qualche fluido o materia nuova, ossia sconosciuta fin lì, ed irreperibile anche colle più squisite bilancie dell'orafo.

* II. OBBIEZIONI. 1ª Contro la prima proposizione suole opporsi, che col dividere e suddividere, finalmente si dovrebbe giungere a cose aventi una estensione continua, nella quale si concepiscono infinite parti. Al che si può rispondere non essere in questione se possano o no imaginarsi infinite parti; e se le parti, che si separano da un Ente infinitamente potente, aveano o no, prima della divisione, confini proprii o solo comuni. La questione è, se ripugni intrinsecamente una divisione attuale o effettiva, che non abbia mai termine. Ora su questo punto, l'argomento è perentorio ed elementare, e si riduce a questi termini. – È impossibile sciogliere o separare una dall'altra delle cose che non ci sono. Dunque allora solamente sarà possibile la separazione o scioglimento effettivo di un corpo in infinite parti, quando queste *realmente* si trovino in esso corpo. Ma ciò, come abbiamo replicato due volte, e sanno tutti i principianti, è assurdo. Dunque è assurda anche quella divisibilità.

2ª Ove poi inoltre si opponesse che qualsivoglia parte di un corpo dev'essere estesa, e che le cose estese sono divi-

quelli, che ànno sognato gli estesi realmente continui, stanno per la limitazione della divisibilità.

1 Pianciani. *Istituzioni Fisico-chimiche. Tomo I. pag.* 139.

sibili essenzialmente; sarebbe da rispondere, che questa *difficoltà*, poichè lascia intatto l'argomento che dimostra matematicamente la tesi, può non essere attesa. Dacchè se noi non sapessimo conciliare la divisibilità limitata della materia colla estensione delle sue ultime parti, ciò mostrerebbe solo l'insufficienza della nostra scienza *attuale*, e forse *individuale* 1; ma non mai la falsità di una tesi, che è assolutamente irrepugnabile. Del resto se la estensione reale importa per necessità la separabilità delle parti, e quindi prova la divisibilità infinita della materia; poichè questa è categoricamente dimostrata assurda, vuole la Logica che si neghi quella, cioè la realtà assoluta della estensione. Ma di questo noi non dobbiamo occuparci; e già ci siamo addentrati anche troppo in considerazioni puramente metafisiche. Si pensi ciò che si vuole sull' estensione, certamente ciascun corpo non costa che di un numero limitato di parti, e però è solo limitatamente divisibile.

* III. COROLLARII. 1° Dunque gli elementi dei corpi sono enti semplici. Imperocchè essendo il corpo un composto, deve avere i suoi componenti; e se questi fossero composti anch' essi, non sarebbero i componenti veri. Ora se non sono composti, ognun di loro dev' essere una *vera unità* in senso metafisico. Ma l'uno, come tutti sanno, si chiama *semplice*. Dunque ogni corpo è il risultato di enti semplici, uniti fra loro, e concorrenti a quelle operazioni, che ce li rendono sensibili, e producono tanto svariati fenomeni 2.

1 Dissi *attuale*: perchè le conciliazioni delle tesi si vengono trovando col tempo; e non è giusto (come insegnano i Logici), che queste debbano fluttuare, finchè quelle non sieno ritrovate. Aggiunsi poi *individuale*: perchè ove coloro, che al presente non si sentono il coraggio di soggiogare intorno alla estensione la loro fantasia, imparassero pur finalmente a trattarla qui, come tutti i dotti sono in questi ultimi tempi riusciti a fare relativamente al colore, al suono, al sapore, ... ; la conciliazione sarebbe bell' e trovata.

2 Ci sono alcuni che prendono un grave scandalo di questa illazione, ed è forse per zelo di non esservi trascinati che da essi si nega la divisibilità limitata. Pare a questi che gli elementi dei corpi, ove fosser semplici, sarebbero da dirsi *spiriti*, supponendo (per ignoranza o disprezzo della moderna e sana Metafisica, quale è quella che si insegna generalmente nei Seminarii e nei Collegii diretti da ecclesiastici, la

2° Dunque gli elementi fisici dei corpi sono naturalmente *atomi*, ossia corpicciuoli insecabili affatto per mezzo di qualsivoglia forza materiale.

3° Ecco dunque qual'è la idea, che dobbiam farci dei corpi, fin dal primo ingresso nella trattazione sperimentale di essi. Alcune sostanze *semplici* inerti, o forze materiali (e queste sono pel Metafisico gli elementi dei corpi) stanno in unione strettissima fra loro, e formano gli *atomi*, i quali sono gli elementi dei corpi pel Fisico. Questi corpicciuoli, naturalmente insecabili, ànno la facoltà di aderire uno all'altro, ovvero anche di combinarsi fra di loro, se sieno di specie diversa, per formare una terza cosa differente da ciascuno di essi. Nell'uno e nell'altro caso fanno le così dette *molecule* dei corpi, vuoi semplici, vuoi composti o misti. Ove finalmente più molecole o aderiscano di nuovo

quale non è poi altro che la Filosofia degli scolastici migliorata nel metodo, e messa d'accordo colle indubitabili scoperte della Fisica) supponendo, dico, che tutto ciò, che non è materiale e composto, debba esser di necessità un puro spirito. Ma chi non sa oramai che l'anima dei bruti, poichè sente, è semplice; e ciò non ostante non è spirito? È vero che gli elementi dei corpi, essendo semplici, *assolutamente* parlando potrebbero pensare, o per dir meglio non si potrebbe dimostrare la loro ripugnanza col pensiero. Ma si rifletta che non si è ancora ritrovato nissuno, che sia riuscito a dimostrare la verità della proposizione – ciò che è semplice pensa; – nè questa può dedursi dalla sua inversa – ciò che pensa è semplice, – sostenuta da tutti i Metafisici cattolici. Inoltre si avverta che gli elementi semplici della materia, essendo destinati a comporsi insieme per fare i corpi, ai quali ripugna il pensiero, non debbono essere dotati della forza di pensare: perchè sarebbe una stravaganza, cioè un assurdo fisico, ammettere che Iddio attribuisca ad un essere una forza che dovrà poi restare perpetuamente inattiva. Con che si comprende la vanità dello spavento, da cui certuni oggidì sono compresi nel ripensare che dalla moderna Filosofia cattolica si ritengono per semplici gli elementi della materia; dovendo da ciò, secondo essi, conseguitare che la materia possa formarsi da un insieme di spiriti. Dappoichè se non metafisicamente, certo è fisicamente e moralmente assurdo trarne questo corollario. Tutto invece è ragionevole e si spiega a meraviglia, quando si ammettano diversi ordini o cori di enti semplici: cioè i semplici intelligenti e liberi, e sono gli *spirituali*; i semplici senzienti e spontanei, e sono i *brutali*; i semplici inerti e relativamente a noi estesi, e sono i *materiali*, ossia gli elementi primi della materia.

assieme, o concorrano ad una nuova combinazione, costituiscono ciò che nel senso più ristretto della parola chiamasi *corpo*.

*IV. scolio. 1° E qui ad intelligenza di quest'ultima cosa si avverta, che la parola *corpo* spesso non è sinonima del tutto della parola *materia*; ma viene usata a significare una determinata quantità di questa. Come per correspettivo col vocabolo *materia* s'intende ordinariamente la sostanza, di cui un corpo è formato. Così suol dirsi che due palle d'avorio sono due corpi distinti, ma non due diverse materie: materie diverse si dicono invece lo zinco ed il rame, costituenti insieme un solo pezzo di ottone, un corpo solo. E questo è l'unico modo ragionevole e intelligibile di distinguere la *materia* dalla *forma*. Col considerare la sola sostanza di una cosa, si à riguardo alla *materia* sua; quando poi si considera la materia colla sua *forma*, ossia una certa quantità di sostanza materiale, riunita insieme sotto una certa figura, e separata in qualche maniera da ogni altra, si à ciò che in senso più ristretto, ma abbastanza volgare, dicesi *un corpo*.

2° In questo senso un atomo, da sè solo, non costituisce mai un corpo: perchè non accade che si separi da ogni altro.

3° Nè il Fisico suppone mai che un corpo collo sfarinarsi o spolverizzarsi si riduca alle vere molecole: dacchè conoscendo quanto sia grande la divisibilità naturale dei corpi deve astenersi dal negare che un grano di farina o di polvere possa di nuovo dividersi dalle forze naturali in più altre porzioni: quindi posta tal divisione, ognuna di queste porzioni sarà sempre una molecola, non mai un atomo. È perciò che in Fisica sperimentale nè anche le molecole si dicono corpi, ma queste si considerano come le più piccole particelle di un corpo. Il Fisico-matematico ama piuttosto di supporre che il corpo costi di particelle materiali, ma non estese, e queste chiama *punti materiali*. Ma gli altri, facendo risultare il corpo da un insieme di molecole, intendono per *massa* il maggiore e minor numero di molecole (che in tal caso si suppongono senza pori) costituenti un dato corpo; e chiamano *forze molecolari* quelle che mostrano i loro effetti solamente fra particella e particella, ed a minime distanze.

7. Inerzia. — Nel concetto che abbiamo dato (5. I. 4ª II. 4°) dell'inerzia si ritrova la confutazione di tre brutti equivoci, e la dimostrazione di tre importanti corollarii.

I. SCOLII. 1° Il primo equivoco sarebbe intendere per inerzia il difetto o mancanza di ogni forza, di ogni energia, di ogni operazione. Imperciocchè se i corpi sono privi di ogni potenza, e non sono essi che operano in noi, quando noi li sentiamo, essi affatto non sono. Sia perchè verrebbe meno al Cosmologo l' unico argomento, onde ne dimostra l' esistenza; sia perchè una sostanza senza attività è una pura nullità. Or sebbene il Fisico non abbia bisogno di supporre l' esistenza dei corpi, perchè si prefigge di filosofare intorno a quest'Universo sensibile, che anche nell' ipotesi idealistica à almeno la realtà relativa; deve per altro guardarsi dal negarla, o dall'ammettere concetti che la rinneghino.

2° L' altro equivoco sarebbe intendere per *inerzia* una positiva renitenza al moto, una forza determinante alla quiete ed in genere all' inazione. Poichè un corpo, privo com' è di cognizione, non à volontà; e però non à certamente maggiore inclinazione alla quiete, che al moto; e se ci vuole una forza per determinarlo a questo, ce ne vuole una uguale per determinarlo a quella. Cotalchè come resterà stabilmente fermo, se nessuno lo toccherà; così parimente, ove sia una volta messo in moto, si muoverà eternamente e sempre colla stessa velocità; purchè nessuno glie lo impedisca. Quindi è che la continuazione del moto, dopo cessata l'azione dello stimolo, si attribuisce da tutti all' *inerzia*, o come anche spesso, ma forse men propriamente si dice, alla *forza di inerzia*.

3° Il terzo errore finalmente consisterebbe nel prendere *l'inerzia* per la resistenza, che i corpi oppongono ogni qualvolta sono stimolati da una forza qualunque a cangiare di posizione. Noi abbiam già veduto (4.) che questa resistenza o è *apparente*, o è *reale*. Nel caso che sia reale, talora è qualche cosa di *intrinseco* al corpo resistente, ed allora o è la forza onde i corpi escludono ogni altro dal lor posto, oppure è la reazione, onde operano sullo stimolo che li determina ad agire; talora è *estrinseca* al corpo resistente, e dipende dalle forze estranee che tengono questo vincolato sot-

to di loro. Nel caso poi che sia apparente, proviene dalla distribuzione del moto nelle particelle del corpo, che mostra tal resistenza. Dunque la inerzia non è mai la resistenza. Perchè l'inerzia non è la resistenza vera ed intrinseca: essendo essa qualche cosa di negativo, la mancanza cioè di spontaneità nelle forze corporee; e però quelle due forze che spiegano tale resistenza saranno bensì inerti esse pure, ma non la inerzia medesima. Nè anche può dirsi che l'inerzia sia la resistenza o estrinseca o apparente, la quale è appunto ciò che chiamano *forza d'inerzia* quelli che ammettono nei corpi (come fa Traversi [1]) una forza conservatrice dello *statu quo*: giacchè si è già dimostrato (**4.** IV. 2ª e 3ª) che questa forza *nel corpo che ne mostra gli effetti* certamente non vi è.

II. COROLLARII. Ma dal concetto dell'inerzia, a questo modo rettificato, discendono tre corollarii di grande rilevanza.

1° Le operazioni dei corpi non sono vere azioni, e però sono chiamate reazioni. Infatti i corpi veramente operano, e quando noi li sentiamo, non è un altro che ce li fa sentire; ma sono essi medesimi che urtano o stimolano, sia direttamente sia indirettamente, il nostro corpo, e così ci si rivelano. Ma le operazioni dei corpi, non essendo affatto libere, e nè anche spontanee, non meritano il nome di *azione*; ad esse è riservato il nome di *reazione*. Poichè per reazione si intende qualunque atto, che sia determinato pel suo nascimento e per la sua quantità da uno stimolo. Le operazioni dei corpi non sono dunque azioni vere, ma pure reazioni. Si comprende quindi che il vocabolo *reazione* à due sensi: uno più ampio, ed allora essa significa *operazione determinata in tutto da uno stimolo;* l'altro più ristretto ed importa *quella parte dell'operazione di un corpo, colla quale questo opera contro lo stimolo medesimo* (**4.** II. 2ª).

2° All'azione risponde sempre un' uguale e contraria reazione. Nella dimostrazione dell' inerzia dei corpi si ritrova la ragione di questo notissimo aforismo proposto da Newton, e però detto *legge newtoniana*, che deve premettersi come un po-

1 *Lezioni di Fisica Moderna Sperimentale*. Volume I. num. 74, 75, e 81.

stulato necessario per tutta la trattazione della Fisica sperimentale. Imperocchè, come abbiamo veduto (4. I. 2°), le forze dei corpi sono tali, che nell'esercitarsi si rivoltano eziandio contro lo stimolo. Essendo dunque inerti i corpi, come sotto l'eccitamento dello stimolo non possono non venire in atto, e debbon venirvi con tutta e sola quella energia che è determinata dallo stimolo; così questa loro reazione, che è contraria allo stimolo, I. non può mai mancare, e però « all'azione risponde *sempre* la reazione contraria »; II. dev' esser maggiore se maggiore è l'eccitamento dello stimolo, minore se questo è minore, ossia proporzionale allo stimolo. E poichè da molti fatti di Meccanica risulta chiaramente che questa proporzione è una vera uguaglianza; così, sebbene ontologicamente non possa dimostrarsi che la proporzionalità, pure fisicamente si ritiene che non solo in molti casi, ma per analogia in tutti « all' azione risponde sempre un' *uguale* e contraria reazione». Si noti per altro che questi due caratteri, l'*infallibilità* cioè e l'*uguaglianza* allo stimolo, si ritrovano anche in quella reazione che non è contraria a questo; si ritrovano cioè in quella operazione, che la materia intraprende sotto l'eccitamento di una forza esterna.

3° I fenomeni fisici possono prevedersi infallibilmente, e completamente in ciascun caso particolare. Si sa che gli atti degli enti liberi possono prevedersi in globo, per quella costanza, da cui emerge l'ordine morale; e che gli atti degli enti dotati di volontà non libera si preveggono in ciascun individuo, in ordine alla sostanza e qualità, ma non in ordine alla quantità ed accidenti loro. Or bene: le operazioni degli enti inerti, essendo necessarie in tutto e per tutto; conosciuti gli stimoli, si preveggono con certezza fisica in ciascun individuo nella qualità, nella quantità, e in tutti i loro aggiunti. Ecco il perchè si predicono con tutta esattezza gli eclissi.

8. Principali specie di materia. — Più presto assai ci sbrigheremo intorno alla seconda ricerca proposta da principio (**2.**), la quale (come s'intende agevolmente) si aggira intorno alla più grande divisione che possa idearsi delle sostanze corporee; divisione che abbraccia anche quella grandissima dei tre regni della Storia naturale.

I. Or bene: tutta la materia, di cui è formato l'Universo, si offre primieramente quasi per sè medesima come distinta in due grandi parti; *materia celeste*, che è quella degli astri, e *materia terrestre*, ed è quella che costituisce od involge la Terra: la quale è detta anche *sullunare*, perchè è di essa che sono formate tutte le cose sottoposte alla Luna. Gli antichi mettevano una differenza enorme fra queste due cose, anzi credevano che una fosse del tutto contraria all'altra. Infatti essi tenevano la materia celeste per inalterabile, incorruttibile, ingenerabile, eterna; e per converso caduca, generabile, corruttibile, ed alterabile riputavano la terrestre. I moderni opinano, che la materia celeste non sia diversa dalla terrestre. Ma poichè su questo punto, ove si prescinda da certi antichi argomenti, che non avendo verun fondamento sull'osservazione sono proscritti affatto nella scienza moderna, tutto ciò che può trarsi dai fatti si riduce a semplici congetture più o meno dubbiose; è manifesto che la trattazione della materia celeste trascende i confini di un Corso elementare, e perciò non può essere oggetto del nostro studio.

II. Per la qual cosa limitando la nostra attenzione alla sola materia terrestre, è innegabile che in questa ci colpiscono a prima giunta quattro cose differentissime fra loro. Una di esse è la materia consistente e pesante, della quale sono formati i continenti e il letto dei mari, ed è detta in in senso ristretto *terra*. Un'altra è la materia men resistente e mobile, la quale dovette un giorno ricuoprire tutto intorno il nostro globo; ma che poi al sollevarsi ed emergere delle montagne e delle isole più o meno estese, si è venuta raccogliendo negli oceani, ed è chiamata *acqua*. Una terza è quella sostanza leggiera e mobilissima che noi respiriamo, che si agita nei venti, che spinge le vele delle navi, e la quale riveste ed abbraccia tutti i mari e le terre: questa costituisce l'atmosfera, ossia *la sfera di vapore*, ed è denominata *aria*. Finalmente l'ultima è quella materia sottilissima, leggerissima, e fugacissima, la quale (come gli antichi sognarono) dee involgere attorno attorno l'atmosfera, nel modo stesso in cui questa racchiude la Terra, e della quale vediamo delle piccole porzioncelle nelle nostre fiamme e nei lampi: essa

è denominata *fuoco*. Anzi, se stiamo alla Fisica peripatetica, tutti i misti, come sarebbero, per esempio, i vegetali, ed i corpi degli animali, non sono che la combinazione di alcune o di tutte queste quattro cose. Il perchè secondo essi, gli *elementi* di tutta la materia terrestre sono *la terra*, *l'acqua*, *l'aria*, *il fuoco*; e ogni altra cosa non è che il risultato della riunione di uno o più di questi quattro elementi. È perciò che chiamarono *elementare* la materia terrestre; e *quinta essenza* la celeste.

III. Quello che vi à di vero in siffatta teoria si è, che tutte le cose sullunari ci si offrono sotto quattro aspetti differentissimi. Alcuni corpi, esempigrazia i marmi, i legni, i metalli, sono consistenti come la terra; e però si chiaman *solidi*. Altri, come sarebbe il vino, l'olio, l'argento vivo, sono scorrevoli al pari dell'acqua; e sono detti *liquidi*. Certi altri, come il gasse dell'illuminazione, gli effluvii delle solfanarie, e il fumo, sono simili all'aria; e debbono denominarsi *vapori*. Altri finalmente sono riscaldanti, splendenti, abbrucianti, come la fiamma, ed il fulmine; e possono indicarsi coll'appellazione comune di *fuoco*. In questo senso può dirsi, che tutta la materia terrestre si divide in *solidi*, *liquidi*, *vapori*, *e fuoco*.

IV. Ma questa stessa divisione è sottoposta ad un' altra anche più grande. Si vedrà a suo luogo che tanto i solidi e i liquidi, quanto i vapori, sono dotati di peso; ma che il fuoco, sia che si riguardi in quanto riscalda (e allora si denomina *calorico*), sia in quanto risplende (e si chiama *luce*), sia in quanto attrae, e respinge, (e vien detto *elettricità*), non manifesta mai peso di sorta. Per la qual cosa tutta la materia sullunare è stata divisa in due grandi parti: in *ponderabile*, ed abbraccia tutti i solidi, i liquidi, ed i vapori; ed in *imponderabile*, ed è la luce, il calorico e l'elettricità.

***9. Partizione della Fisiopeiria e chiusa.**—I. Dalle cose testè esposte emerge spontanea la divisione della Fisica sperimentale in due Sezioni principalissime: nella prima delle quali deve trattarsi dei corpi *ponderabili*, degli *imponderabili* nella seconda.

II. E qui mi sia lecito chiudere queste nozioni preliminari con una osservazione. Le cose, sulle quali si è aggirato il

nostro studio nella Fisioscopìa, ànno una parte assai appariscente, la quale suole attrarre l'ammirazione anche dell'uomo volgare. Infatti chi vi à, che al vedere le varie sembianze e il numero portentoso delle famiglie degli animali, al passeggiare per un giardino di fiori, al mirare la varietà delle piante, all'olfare la fragranza delle erbe, al gustare la squisitezza dei frutti, al contemplare le stelle del firmamento, all' udire il rimbombo del tuono e lo scroscio del fulmine, chi vi à, dico, che non esca quasi involontariamente ad esclamare: – Grandezza di Dio! – Le cose invece, che ci accingiamo ad esaminare per via di elaborate esperienze in questa seconda Parte, ànno bellezze più recondite e meno apprezzabili dal comune degli uomini. Ma come l' uomo dell'arte trova degni di tutti i suoi elogi, non solo gli ornamenti esteriori del capolavoro di un rinomato architetto, ma anche, e forse più, gli accorgimenti e le regole di una profonda Meccanica adoperate nella costruzione dei suoi rozzi e scabri fondamenti; alla maniera medesima un cuore retto ed una mente erudita riconosce e loda la Sapienza Divina, anche in quelle leggi fondamentali, e in quelle forze per sè medesime molto semplici, e spesso ancora assai nascoste, dalle quali dipendono tutti i fenomeni della Natura, e sulle quali poggia l'ordine dell'Universo.

Google

SEZIONE PRIMA.

PONDERABILI.

PROEMIO.

10. Oggetto e partizione della presente Sezione. — * I. scolii. 1° Sappiamo già (s. I. 4°) che sotto il nome generico di *ponderabili* s'intendono tutti i corpi in quanto sono solidi, liquidi, e vaporosi; e però lo studio dei corpi ponderabili nella Fisica sperimentale si aggira *principalmente* intorno alle proprietà della solidità, della liquidità, e della vaporosità. Ma innanzi tratto, è pregio dell' opera ricercare se queste stesse proprietà sieno inerenti stabilmente a certe date sostanze; oppure mutabili in guisa che un medesimo corpo, senza cangiar natura, possa tramutarsi di solido in liquido, di liquido in vapore, e viceversa. La verità di questa seconda parte della disgiuntiva è tanto ovvia, che basta ricordare alcuni fatti assai noti, perchè sia ammessa in tutta la sua generalità. Infatti l'acqua (chi non lo sa?) raffreddandosi si congela o divien solida, invece fortemente riscaldata si converte in vapore. I metalli al crogiuolo si liquefanno, e fino evaporano. Non solo gli alabastri, ma le stesse lave, i così detti trappi, i graniti già furon liquidi. I sali, immersi che sieno nell'acqua, non fanno più che tutto un liquido con questa, e parimente le resine si sciolgono nell'acquarzente, ed i metalli nell'acqua regia. Lasciando evaporare l' acqua salsa si ottiene il sale solido come prima. La sostanza del legno e del carbone, non che delle ossa, quando circolava sotto forma di succo per i vasi dei corpi organizzati, certamente fu liquida. Che più? L'allume, il cristal di monte, l'ametista, i granati, la pirite di ferro, lo stesso durissimo diamante, poichè si rinvengono sotto forme geometriche regolari, debbono un giorno essere stati liquidi, come vedremo a suo luogo. Dunque la solidità, la liquidità, la vaporosità

non sono che condizioni o situazioni più o meno permanenti, in ciascuna delle quali può successivamente ritrovarsi qualsivoglia corpo. E di queste dovremo occuparci nella presente Parte della Fisica, distinguendo ed esaminando con attenzione tanto quelle proprietà che sono comuni a ciascuna di queste situazioni medesime, quanto quelle che appartengono esclusivamente a qualcuna di esse.

2° Ma non è solo di questo che dovrem trattare nella Parte presente. Ricordiamoci che gli antichi, come narravamo poco più su (s. I. 2°.), tennero per certo che la terra, l'acqua, e l'aria (i quali corpi possono aversi per i prototipi in certa guisa dei solidi, dei liquidi, e dei vapori) fossero corpi semplici, ossia gli elementi dei misti; e misti eran per essi tutti gli altri, meno il fuoco. Resta dunque a vedere se questa sentenza sia vera. Ora in qual Parte della Fisica dovrà agitarsi questa questione? S'intende fin da questo momento, ma si comprenderà anche meglio più tardi, che la determinazione degli elementi dei corpi, delle loro qualità e caratteri, e delle leggi, secondo le quali si uniscono a fare i composti, non può riuscire senza scomporre, finchè è possibile, e ricomporre i corpi, e senza cimentarli in mille maniere fra di loro. Dunque l'indagine, di cui parliamo, è fondata tutta su di osservazioni, le quali sono veramente *sperimentali* nel senso più rigoroso della parola. Essa dunque dovrà avere un posto distinto in questa Parte sperimentale; anzi in questa stessa Sezione: dappoichè la Chimica non può calcolare altri elementi dei corpi, che i ponderabili.

II. DEFINIZIONI. 1ª La solidità, la liquidità, la vaporosità, poichè sono condizioni più o meno permanenti, in ciascuna delle quali può ritrovarsi qualunque dei corpi ponderabili, sono chiamate *stati dei corpi*.

2ª L'unirsi strettamente insieme di due o più sostanze, per formarne un'altra dotata di proprietà nuove, à nome *combinazione*. Si applica talora la denominazione medesima anche al risultato delle combinazioni: dicendosi *combinazione* si l'unione dell'idrogeno coll'ossigeno, come l'acqua che ne nasce.

3ª Le proprietà, che appartengono a tutti e tre gli stati dei corpi, si domandano *proprietà generali dei corpi*.

Digitized by Google

4ª Si dicono invece *proprietà particolari* [1] quelle delle quali si mostra dotato qualche stato solamente.

5ª Chiameremo finalmente *proprietà singolari* quelle che spettano a ciascun corpo elementare, ed alle prime, e più semplici combinazioni.

[1] Sembra che debbano dirsi *proprietà generali* quelle, che appartengono a tutti i corpi indistintamente, e però anche quelle che furono da me chiamate essenziali ed esposte nelle *Nozioni preliminari* di questa Parte II; e *particolari* quelle che spettano solo ad alcuni corpi, non quelle che appartengono a qualche stato solamente. E veramente così suol farsi comunemente nei Corsi di Fisica, nei quali si trovano spesso trattate insieme la estenzione e la impenetrabilità, l'inerzia e il peso, la divisilibità e la porosità: ed inoltre il senso più volgare e più ovvio delle parole *generale* e *particolare* tende ad ingerire questa idea. Ma avverto, che non si può recedere dal senso delle parole convenzionale e comunemente ricevuto nella scienza, per riverenza al loro significato volgare; e che, se si riguardi, non l'ordine con cui nei Corsi sono disposte le materie, nè certe espressioni più o meno improprie, ma il comun sentire di tutti i Fisici, quello cioè che si rileva dalle teorie universalmente ammesse, le proprietà generali si debbono distinguere dalle particolari non in ordine ai singoli corpi, ma in ordine propriamente ai loro diversi stati. Infatti quanto alle proprietà generali, ricordo che tutti i Fisici, nel dimostrare la estensione, la resistenza, la mobilità, la figura, l'inerzia, e la divisibilità, ricorrono più o meno apertamente al concetto stesso che noi abbiamo della materia. Invece tutte le altre proprietà, da noi chiamate generali, e sono la impenetrabilità, il peso, la dilatabilità, e la porosità, vengono dimostrate esperimentalmente non solo, ma le esperienze a tal uopo si istituiscono solo sui corpi solidi, sui liquidi, e sui vaporosi. Inoltre nessuno parla di porosità della luce, di impenetrabilità del calorico, di dilatabilità dell'elettrico; anzi per l'elettricità non vi è chiusura ermetica che valga, la luce, come sostiene Herschel, passa non solo pei pori, ma per la sostanza medesima del vetro. E poi tutti questi tre agenti fisici si ritengono e si domandano *imponderabili*. È vero che *imponderabilità* vuol dire proprio mancanza di peso *sperimentabile*, non di un peso qualunque; ma, se ai così detti imponderabili non si può attribuire il peso nè per concetto, nè per fatto, con qual diritto potrà dirsi che il peso è proprietà di tutti i corpi indistintamente? Forse per induzione? Ma io non so, se fra i corpi ponderabili e questi esseri misteriosi che diciamo imponderabili, vi sia tanta analogia, quanta ce ne vorrebbe per dimostrarli pesanti. Certamente vi è più analogia fra l'acqua e l'aria, che non fra l'aria e l'elettrico; eppure quella non bastò agli Scolastici per farli ricredere dalla loro falsa opinione della leggerezza assoluta dei vapori! Comunque ciò sia, nessun Fisico à la certezza del peso, dell'impenetrabilità..... degli imponderabili: or questa certezza sarebbe pur necessaria per dire, che quelle proprietà sono, non relativamente ai di-

*III. CONCLUSIONE. Possiamo ora più brevemente replicare quanto abbiamo superiormente esposto, dicendo che lo studio sperimentale dei corpi ponderabili si aggira principalmente intorno agli *stati* ed alle *combinazioni* dei corpi; e che abbraccia tre principali trattazioni le quali possono assegnarsi a tre Capi distinti: riportando al *Primo* le proprietà generali dei corpi, e le leggi del loro passaggio di uno in altro stato; al *Secondo* le proprietà particolari, e specialmente le caratteristiche dei singoli stati; al *Terzo* finalmente le proprietà singolari e le leggi delle combinazioni dei corpi. E questa è appunto la ripartizione che seguiremo.

versi stati, ma assolutamente, generali. Nè mi si venga a dire che gli imponderabili non sono corpi, ma pure modificazioni dei ponderabili e di un etere sottilissimo. Perchè allora *primamente* avverto, che questa è una questione ancora viva e controvertibile; e però non deve essere pregiudicata fin dal primo ingresso di uno studio elementare: *secondamente* osservo che i nomi di *imponderabili*, *agenti fisici*, *fluidi eterei*, coi quali questi comunemente sogliono esser chiamati, ci obbligano ad esser coerenti, ed a considerarli *qui*, secondo le apparenze, come veri corpi; salvo il diritto di proporre più tardi la questione sopra accennata: *terzamente* domando: v'è alcuno che sappia dirmi se questo etere, di cui non possiam fare a meno, e che senza controversia è un corpo, se questo etere, dico, sia pesante, impenetrabile, dilatabile, poroso? Quanto poi alle proprietà particolari, mi contento di osservare che nessuno, nel farne il novero, si è preso mai il pensiero di nominare tutte quelle che spettano solamente a certe classi di corpi, e non sono connesse con tale o tale altro loro stato, come sarebbero l'odore, il colore, il suono, la diafanità, la conducibilità pel calorico o per l'elettrico. Pare dunque, che il considerare le proprietà *generali* e *particolari* in ordine precisamente agli stati dei corpi sia inerire docilmente al sentimento comune dei Fisici.

CAPO PRIMO.

PROPRIETA' GENERALI DEI CORPI.

* **11. Ripartizione del Capitolo.** — Coll' annunciare che in questo primo Capo si sarebbe trattato delle proprietà generali dei corpi, e nel definir queste e distinguerle dalle particolari, abbiamo fatto presentire che alcune proprietà appartengono indistintamente ad ogni stato, ed altre no. Inoltre abbiamo già dimostrato che ogni corpo ponderabile può passare da uno stato all'altro. È dunque abbastanza manifesto, che nel presente Capitolo si dovrà *primamente* fare il novero delle proprietà che appartengono ai corpi, in quanto si ritrovano in tale o tale altro stato, per raccogliere tutte le comuni e separarle dalle particolari; *secondamente* esaminare in sè medesime e spiegare le proprietà generali, e somministrar le nozioni che sono fondate su di esse; *terzamente* esporre le leggi, che regolano il passaggio dei corpi da uno stato ad un altro, e le spiegazioni che se ne traggono. Il che si eseguirà in tre distinti Articoli.

ARTICOLO I.

NOVERO DELLE PROPRIETA' DEGLI STATI DEI CORPI.

12. Novero delle proprietà dei solidi. — Eccoci dunque a raccogliere ed annumerare le proprietà dei tre stati dei corpi, per separare poi le generali dalle particolari. E per procedere in questo con maggior chiarezza converrà sacrificare la brevità, ed esaminare parte a parte prima tutte le proprietà dei solidi, poi quelle dei liquidi, e finalmente quelle dei vapori. Principiamo da quelle dei solidi.

I. DEFINIZIONI. 1ª Tutti sanno che un pezzo di legno, o di marmo mostra un tale attaccamento delle sue parti, che, sollevandone una, vengono appresso tutte le altre. Questo attaccamento delle molecole di un corpo dicesi *coesione*.

2ª Nessuno parimenti ignora, come nel sostenere sulla mano un sasso o un oggetto di metallo si esperimenta una

pressione. Or bene: la proprietà o attitudine che à un corpo di esercitare pressione sugli ostacoli, che gli impediscono di cadere, si denomina *peso*.

3ª Così pure non vi è alcuno che non abbia esperimentato la impossibilità di introdurre francamente una mano o un bastone nel muro. Si chiama *impenetrabilità* la proprietà che à un corpo di impedire, che qualsivoglia altro corpo occupi simultaneamente il sito suo.

4ª Non è altrettanto nota la proprietà che à, esempigrazia, l'ottone di ingrandirsi o impiccolirsi a seconda che viene o riscaldato o raffreddato. Questa proprietà appunto è denominata *dilatabilità*.

5ª Come la sponga, e il sughero, ànno fra le loro parti delle cavità manifestissime; così lo spazio contenuto sotto l'esterna superficie di un metallo anche molto compatto, come è il platino, non è tutto pieno della materia sua. Dacchè se lo fosse, come potrebbe accadere che col raffreddarlo diminuisse di volume (z. III. 3ª)? Ciò non potrebbe attribuirsi alla penetrazione: giacchè l'impenetrabilità dei metalli è tanto conosciuta che non à bisogno di essere dimostrata. Resta dunque che si attribuisca all'esistenza di vacuità, o di interstizii insensibili, frapposti alle molecole di questi corpi. Questi interstizii appunto si chiamano *pori*. Ma affinchè non si confondano i pori visibili cogli invisibili, si contraddistinguono coll'epiteto quelli di *sensibili*, e questi di *fisici*.

6ª Per *porosità* si intende la proprietà, che à un corpo di possedere fra le sue molecole dei pori fisici.

II. Proposizioni. 1ª *Tutti i solidi sono dotati di coesione.*

Dichiarazione. Questa legge risulta dalla semplicissima ragione, che nessuno accorda il nome di *solido* a un corpo, se non si avveri in esso la coesione.

2ª *Tutti i solidi sono pesanti.*

Dimostrazione. Infatti quanti solidi furono mossi o traslocati fin qui, tutti si mostraron dotati di peso. Dunque per analogia dovrà dirsi, che qualunque altro solido potrà per l'avvenire estrarsi dalle viscere di una montagna, o rinvenirsi al fondo del mare, o scoprirsi in qualche nuova regione della Terra, sarà pesante; in breve che tutti i solidi pesano.

3ª *Tutti i solidi sono impenetrabili.*

Dimostrazione. Imperocchè ogni volta che si vuol collocare un solido nel sito occupato da un altro, è necessario scacciar prima questo dal suo posto. Non sempre questa espulsione sarà manifesta, come non lo è quando si ribadisce un chiodo nel muro o nel legno, o quando si intromette un dito nella cera molle; ma essa non è men vera. Dappoichè in questi casi o la materia (dentro cui si vuole introdurre un altro corpo solido) esce al di fuori, o si ristringe sulle molecole prossime, impiccolendo le vacuità, che vi stavano per avventura frapposte, o si rigonfia ed il volume perduto in una parte riacquista da un'altra; oppure anche queste compensazioni ànno luogo tutte ad un tempo. In ogni caso non avvien mai, che un solido entri ad occupare il sito identico, che è occupato *attualmente* da un altro. Si può quindi concludere che tutti i solidi sono impenetrabili.

4ª *Tutti i solidi sono dilatabili.*

Dimostrazioni. I. Se si abbia una palla (*m*) solida di me-

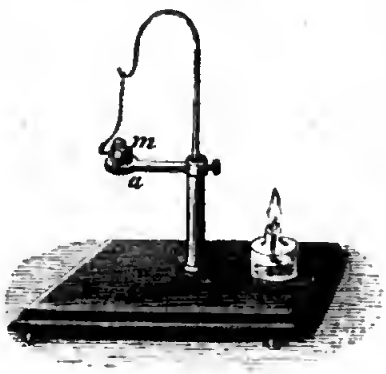

Fig. 1.

tallo (fig. 1), la quale non passi che stentatamente per un anello (*a*) pure metallico, basta raffreddar l'anello, o riscaldar la palla, perchè questa non passi più per quello; ma la palla torna a passarvi, ed anche assai agevolmente, se invece essa si raffreddi o si riscaldi l'anello. Questo apparato è detto *anello di s' Gravesande*, ed anche *piroscopio anulare.* II. Parimenti se si misuri con tutta la esattezza possibile un' asta formata

di una sostanza qualunque, certamente si avvertirà, che coll'involgerla nel gelo si abbrevia, si allunga invece coll'esporla al fuoco. Questo fatto riesce assai manifesto col seguente apparato, che chiamano *pirometro meccanico*. Un' asta (A) di metallo (fig. 2) sia solidamente fissata, con un suo capo (B), ad una colonnetta, e coll'altro capo tocchi la coda di un indice (K), il quale possa volgersi facilmente intorno ad un perno su di un quadrante graduato. Parallelamente all' asta e sottoposto ad essa, si ponga un serbatoio cilindrico, per farvi ardere dell'acquarzente, affine di riscaldar l'asta. Ciò facendo si vede sollevarsi (verso il 90°) la punta dell'indice, la cui coda è spinta dall'asta che si allunga. Che se all'incontro l'asta fosse stata ravvolta nel gelo, la punta dell'indice si sarebbe abbassata

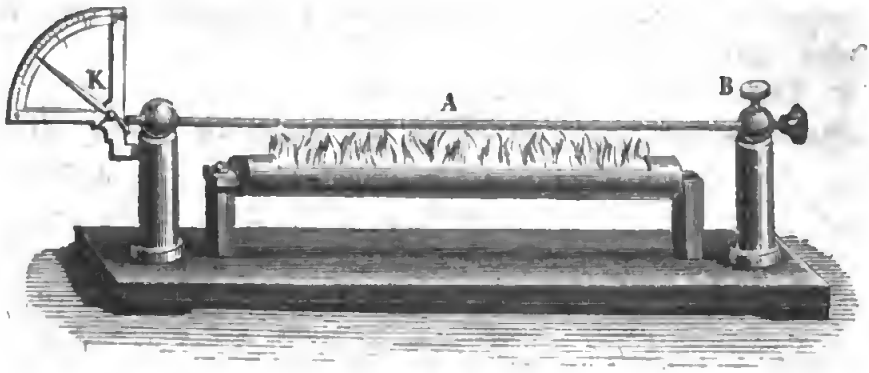

Fig. 2.

(verso 0°): perchè questo, lasciato alquanto libero dal capo dell'asta che si ritira indietro, avrebbe potuto cedere al suo peso.

5ª *Tutti i solidi sono porosi.*

Dimostrazioni. I. Dacchè se il volume di un solido fosse tutto ripieno della materia sua, come potrebbe essere che ogni solido, col raffreddarsi sempre più, occupasse sempre minore spazio? II. Ma la legge si conferma anche per l'internarsi che fanno le materie coloranti nei legni e nei marmi; pel passaggio dell 'idrargiro a traverso del fondo, anche assai spesso, di un vaso di legno, contro il quale sia fortemente premuto; pel trasudare che fa l' acqua dalle pareti di una sfera di argento , entro cui si

tenti comprimerla, come fecero già gli Accademici del Cimento; e con altri fatti simili.

13. Novero delle proprietà dei liquidi. — Passiamo ora ad enumerare le proprietà dei liquidi.

I. DEFINIZIONE. È cosa a tutti manifesta, che le particelle dell'acqua ànno una mobilità e scorrevolezza sorprendente. Questa appunto si denomina *fluidità*.

II. PROPOSIZIONI. 1ª *Tutti i liquidi sono fluidi.*

Dimostrazione. La cosa è tanto vera, che ove in un corpo non si scorga la scorrevolezza delle particelle, gli si nega il nome di liquido.

2ª *Tutti i liquidi sono pesanti.*

Dimostrazione. Chè non si è ancora mai dato il caso di rinvenire, nè (come siam sicuri per analogia) si ritroverà mai un liquido, il quale abbandonato a sè stesso non cada.

3ª *Tutti i liquidi sono impenetrabili.*

Dimostrazione. Dacchè è vero, che si può introdurre una mano o un solido qualunque in un vase, ripieno di acqua o di qualsivoglia altro liquore, come pure può versarvisi dentro dell'idrargiro o del vino; ma è anche vero, che nel tempo stesso si riversa al di fuori una quantità di questo liquore, la quale pareggia in volume lo spazio occupato dalla cosa introdottavi. Se ciò avvenne sempre in tutti i casi esplorati fin qui; deve avvenire eziandio in quelli che non lo furono ancora. E però tutti i liquidi sono impenetrabili fra di loro, ed impenetrabili eziandio per qualsivoglia solido.

Fig. 3.

4ª *Tutti i liquidi sono dilatabili.*

Dimostrazione. Non vi à certamente veruno che non conosca lo strumento chiamato *termometro*, consistente in un vasello (fig. 3.) di vetro, ripieno di argento vivo o di acquarzente, e sormontato da un collo assai lungo, vale a dire da un tubetto di vetro, superiormente chiuso. Or chi non sa che l'idrargiro, a mano a mano che si riscalda, vien sollevandosi nel cannellino, e si viene invece abbassando col raffreddarlo? Ebbene;

questo succede, perchè l'argento vivo o l'acquarzente nel primo caso si dilata, e nel secondo si contrae in sè medesimo. Ora ciò non accade solo in questi due corpi, ma nel vino, nell'olio, nel latte; insomma in tutti quei liquidi, che furon cimentati fin qui. L'analogia ci dà dunque il diritto di ammettere il fatto come generale.

5ª *Tutti i liquidi sono porosi.*

Dimostrazione. Ciò si dimostra col ragionamento medesimo che fu adoperato pei solidi, ed è il seguente. Nessuno è ancora mai giunto ad ottenere nei liquidi un tal grado di raffreddamento che possa dirsi l'ultimo; nè si è mai veduto che il ristringimento, che lo accompagna, si sia arrestato. Ora la penetrazione non può ammettersi, esclusa com' è da tutti i fatti; si dovrà dunque concedere, che tutti i liquidi sono dotati di pori.

14. Novero delle proprietà dei vapori. — Comprese che sieno le cose esposte nei due paragrafi precedenti, riesce facile l'indagine delle proprietà dei vapori.

I. DEFINIZIONI. 1ª L'attitudine che ànno certi corpi di ristringersi in più breve spazio, sotto una pressione meccanica, viene appellata *compressibilità*. Si dice *sotto una pressione meccanica*, per distinguere questo distringimento da quello, che si ottiene per *dilatabilità* col raffreddare i corpi.

2ª La forza che fa un corpo, per rioccupare lo spazio perduto per una pressione meccanica, si denomina *elasticità*.

3ª La facoltà, che mostra qualche corpo, di occupare uno spazio anche maggiore dell'ordinario, empiendo (senza essere riscaldato o aumentare in quantità) qualunque spazio disoccupato gli si presenti, à nome *espansività*.

II. PROPOSIZIONI. 1ª *Tutti i vapori sono dilatabili.*

Dimostrazione. Giova alla dimostrazione di ciò l'apparato che chiamasi *termometro differenziale*: il quale (fig. 4.) consiste in un tubetto di vetro, una cui porzione mediana giaccia orizzontalmente, e le due laterali si ripieghino in alto ad angolo retto, e terminino in due bolle chiuse, e parimente di vetro. Prima di chiudere queste sfere cave, si versa nel cannellino tale quantità di olio di vitriuolo tinto in rosso, che sia sufficiente ad empire la parte orizzontale ed una

Digitized by Google

metà circa di ciascuno dei due bracci verticali (ossia tanta che giunga fino alli due zeri). È naturale che le bolle, e le due porzioni dei bracci verticali non occupate dal liquido, rimangano piene di aria. Ebbene: basta appressare una mano calda, per esempio, alla bolla sinistra, perchè il liquido fuggendo da quel braccio dello strumento (ossia discendendo in *b*) salga nell'altro (fino ad *a*). Altrettanto sarebbe per fermo avvenuto, se si fosse approssimato del ghiaccio alla bolla destra. E poichè il fatto ritorna costantemente anche quando le bolle, e le due porzioni superiori dei due bracci, sieno state votate di aria e riempiute di un vapore preso a piacere; così, in-

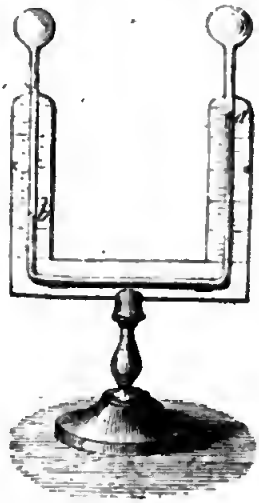

Fig. 4.

vocando l'analogia, la proposizione resta dimostrata in tutta la sua generalità.

2ª *Tutti i vapori sono porosi.*

Dimostrazione. Conciossiachè vale qui ancora l'argomento medesimo, che è stato da noi adoperato in favore della porosità dei solidi e dei liquidi. Ma la porosità dei vapori resta anche dimostrata dalla loro compressibilità, di cui passiamo a trattare.

3ª *Tutti i vapori sono compressibili.*

Dimostrazione. Di questa proposizione si può dare, fra molte altre, un'assai facile dimostrazione per mezzo del se-

guente apparato (fig. 5.). Si abbia un recipiente sferico di vetro (R) con due colli di metallo, uno sopra ed uno sotto, muniti delle proprie chiavette (E ed F). Il collo inferiore (F) sia invitato sopra un simile collo, che sorge dal mezzo del cielo di un vase cilindrico (N) di vetro, la cui capacità è uguale a quella del vase sferico (R). Inoltre al fondo del vase cilindrico (N) sia innestato un tubo (ABCDI) ripiegato due volte ad angoli retti (cioè in B e in C), e terminato in un imbuto (I), il quale si sollevi di circa un metro al di sopra del cielo del vase cilindrico. Tenendo aperte ambedue le chiavette (E, F) si versi dell' argento vivo (per I) nel tubo, finchè se n'empia la porzione orizzontale (BC), ed esso giunga da una parte alla bocca inferiore (A) del vase (N) e dall'altra all'altezza medesima (cioè fino al G). Ciò fatto si chiuda la chiavetta superiore (E), e si seguiti a versare idrargiro (per I). Sebbene la chiavetta superiore (E) faccia una chiusura *ermetica*, come chiamano, ossia non lasci uscire affatto l'aria, che naturalmente si ritrova nel recipiente; pur tuttavia, col caricare il tubo laterale (IG) di sempre maggiore altezza di idrargiro, verrà a mano a mano empiendosi di liquido il recipiente cilindrico (N). Or ciò non può accadere, se l'aria, che prima era contenuta in questo, non passa nel recipiente sferico (R) ad unirsi a quella quivi naturalmente preesistente. Dunque tutta l'aria, contenuta dapprima nei due recipienti, per la

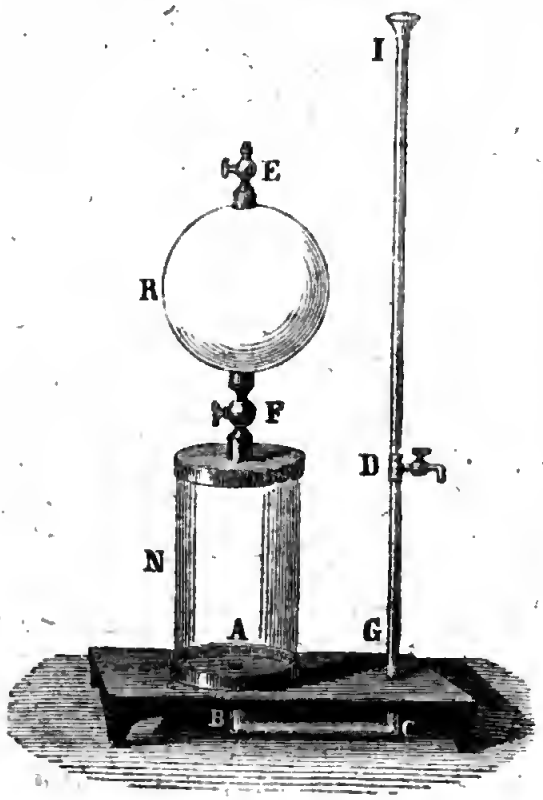

Fig. 5.

Digitized by Google

pressione meccanica dell' argento vivo si distringe nel solo recipiente sferico, ossia in uno spazio che è metà circa dell'antecedente. È dunque evidentemente compressibile. Il medesimo accade, se prima di versare l'idrargiro si riempiano i due recipienti di qualsivoglia altro vapore. Dunque....

4ª *Tutti i vapori sono elastici.*

Dimostrazione. A dimostrarlo poniamo adesso che il braccio lungo del tubo, all'altezza stessa del cielo del recipiente cilindrico (N), tenga innestato un beccuccio con sua chiavetta (D); per cui coll'aprir questa si possa dar esito al liquido. Chiusa primieramente la chiavetta inferiore (F), affinchè l'aria rimanga tutta nel vase sferico, si apra la chiavetta (D) del beccuccio. Allora tutto l'idrargiro sovrapposto, che fin qui colla sua pressione teneva l'aria compressa nel vase sferico, come è naturalissimo, si riversa pel beccuccio; e così nell'apparato il liquido arriva alla stessa altezza tanto nel vase cilindrico, che nel tubo, e si ristabilisce l'equilibrio. Ma se, stando così le cose, si apra ora la chiavetta inferiore (F), pel beccuccio (D) esce quasi tutto quanto l'idrargiro dal vase cilindrico. Or perchè ciò? Perchè l'aria, stipata nel vase sferico (R), faceva una continua forza per rioccupare tutto il suo primiero spazio; ma, finchè il tubo era pieno di argento vivo, la pressione di questo vinceva quella forza dell'aria, e la teneva compressa: dopo, chiusa la chiavetta inferiore, e fatto versare il liquido superiore dal tubo, l'aria rimaneva racchiusa nel vase sferico per la chiusura ermetica della chiavetta; ma appena si apre questa (F), l'aria rimane libera a manifestare la sua energia, spinge dinanzi a sè l'idrargiro, lo caccia dal recipiente cilindrico, e torna a rioccupare il posto suo. Questo fatto, che può ripetersi per qualunque altro vapore, ci permette di stabilire la legge esposta.

5ª *Tutti i vapori sono pesanti.*

Dimostrazione. Si è pensato per molti secoli, che l' aria non pesasse; anzi, unitamente al fuoco, fosse *assolutamente* leggiera, dotata cioè di una tendenza a salire verso la sfera (s. II.) del fuoco, che i Peripatetici imaginarono cingere tutt'intorno l'atmosfera: a differenza della terra e dell'acqua, elementi da essi creduti *assolutamente* pesanti, perchè si mostrano

forniti di tendenza a discendere verso il centro del globo terrestre. Fu Galileo che nel 1640 pel primo dimostrò, come l'aria pesi non men bene dei solidi e dei liquidi: e noi riferiremo un' esperienza assai somigliante a quella istituita da lui medesimo. Ritorna opportuno a tale intento l'apparato (fig. 5.) che ci à servito a dimostrare la compressibilità ed elasticità dei vapori. Poniamo che invece di aprire la chiavetta inferiore (F), come si è supposto che si facesse per dimostrare l'elasticità, il recipiente sferico (R), quando contiene l'aria compressa, si sviti dal sottoposto cilindrico (N) e si porti sul piatto di una bilancia. Si potrà facilmente equilibrare questo recipiente con un certo numero di pesi posti sull'altro piatto. Quando ciò si sarà ottenuto, si volga una delle chiavette, affinchè l'aria sia libera a soddisfare alla sua elasticità, uscendo per metà all'aperto; come per mezzo di un sibilo si sente che essa realmente fa. Immediatamente la bilancia trabocca dalla parte dei pesi. E perchè ciò? Perchè dalla parte del vase è diminuito tutto il peso, che compete all'aria uscita di fuori. Viceversa: stabilendo l'equilibrio col recipiente aperto, quindi comprimendovi l'aria un'altra volta (col versare l'idrargiro nel tubo), e poi riportando il recipiente alla bilancia, questa tracolla dalla parte del recipiente; mentre questo, finchè rimane chiuso, contiene una quantità di vapore doppia di quella che contiene quando è aperto. Anzi, se si adoperino successivamente recipienti di capacità duplice, triplice,.... i pesi necessarii a ristabilir l' equilibrio sono il doppio, il triplo,.... dei primieri. L'esperienza riesce con ogni altro vapore. È dunque vera la tesi.

6ª *Tutti i vapori sono espansivi.*

Dimostrazione. Ritorniamo col pensiero al solito apparato, ed imaginiamo che (fig. 6.) al collo superiore (E) del recipiente sferico (R) sia invitato un altro vase cilindrico (M) di ugual capacità dei precedenti. Imaginiamo inoltre che in ciascuno dei recipienti cilindrici (M, N) si ritrovi uno stantuffo (S,T) portato da un'asta (U,V), la quale trapassi a chiusura ermetica pei fondi dei detti recipienti. Facciamo finalmente che questi abbiano un proprio beccuccio (H e K) munito di chiavetta colla bocca in su. Posto tutto

ciò, l'esperienza si conduce nel seguente modo. I due recipienti cilindrici si svitano dai colli dello sferico, e si riempiono di acqua, e quindi si ricollocano al loro posto. Chiuse le chiavette (E, F) dei colli, ed aperte quelle (H e K) dei beccucci, si abbassi coll' asta (U) lo stantuffo (S) del vase superiore fino al fondo (H) del recipiente; e parimenti (per V) si innalzi lo stantuffo (T) dell' inferiore fino al suo cielo (K). A questo modo verrà spinta fuori l' acqua dei recipienti. Dopo ciò si chiudono anche le due chiavette dei beccucci, e si riportano gli stantuffi al posto loro (in S e T). Nè per questo sarà entrata l'aria nei due detti vasi: sì perchè questi si suppongono perfettamente cilindrici, e gli stantuffi debbono andar tanto esatti dentr' essi, che in qualunque punto si trovano, facciano sempre una chiusura ermetica (e questo significa *stantuffo*); sì perchè se i due vasi si tuffino sott' acqua, e poi si aprano le chiavette, si vedrà che ambidue si riempiono di liquido, il che non accadrebbe se contenessero aria. Tolta adunque a questa maniera l'aria dai recipienti, si aprano le chiavette dei colli (E ed F). Allora un sibilo manifesta che il vapore, il quale trovasi nel recipiente sferico (R), è andato a spandersi nei due cilindrici. Ma a restarne anche meglio convinti, si prenda tutto l'apparato, e tenendolo in modo, che i centri dei tre vasi restino in linea orizzontale, si immerga tutto sott'acqua, e quindi si aprano colà sotto le chiavette. Si vedrà che l'acqua si introduce ad ugual quantità in tutti e tre i recipienti. Infatti tornando a chiudere tutte le chiavette sott'acqua, e poi estraendo l'apparato si troverà in ciascun recipiente circa due terzi di liquido. Il che dimostra che in ciascuno di essi vi è un terzo dell'aria, o del vapore qualunque siasi, che prima empiva il recipiente sferico (R). La tesi è dunque dimostrata.

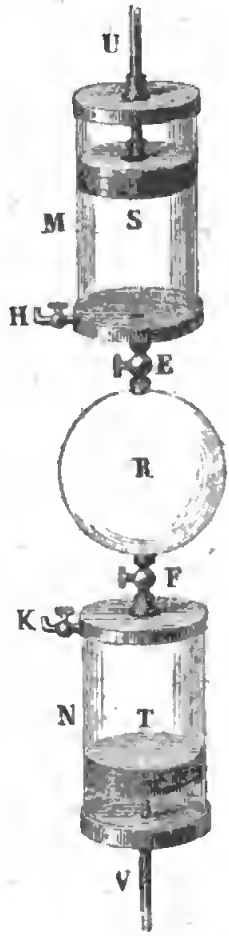

Fig. 6.

7ª *Tutti i vapori sono impenetrabili.*

Dimostrazione. Sembra a prima giunta, che nei vapori manchi l'impenetrabilità: perchè noi ci muoviamo molto liberamente, ad onta che siamo immersi nell'aria; e di più è cosa agevole introdurre qualsivoglia oggetto in un recipiente ripieno di un vapore qualunque. Ma si prenda un bicchiere, e, tenendolo capovolto, s'immerga verticalmente nell'acqua. Si vede che il liquido si arresta alla bocca del bicchiere, sebbene questo sia tutto tuffato sott'acqua. È chiaro che è l'aria qui quella che, colla sua impenetrabilità, impedisce all'acqua di entrare. L'esperimento riesce ugualmente, se I. il bicchiere sia riempiuto di acido carbonico, di fumo, e simili; II. il liquido, in cui esso è tuffato, sia olio, idrargiro,....; III. la sostanza, di cui è fatto il bicchiere, sia terra, metallo, legno,... Dunque è vero, che tutti i vapori sono impenetrabili da qualsivoglia corpo tanto solido, che liquido, o vaporoso.

8ª *Tutti i vapori sono fluidi.*

Dimostrazione. Ciò si ricava da tutte le antecedenti esperienze. Infatti si rifletta a quell'allargarsi che fa l'aria nel tubetto del differenziale (1ª) col riscaldarla; allo sfuggire dei vapori per le chiavette; al loro gettarsi con impeto in qualunque spazio trovino disoccupato; e si ricusi, se si può, di ammettere nelle particelle dei vapori quella scorrevolezza che compete ai liquidi. Son dunque fluidi anche i vapori.

15. Stati dei corpi.— Da tutto ciò facilmente si raccoglie quali proprietà sieno generali e quali particolari; quale, fra queste ultime caratterizzi e distingua uno stato dall'altro; e come possano quindi definirsi i diversi stati dei corpi.

I. Corollarii. 1° Nei corpi si ritrovano quattro proprietà, che sono certamente generali, e cinque che ci si manifestano evidentemente per particolari. Infatti, riassumendo il detto fin qui nel presente Articolo, è un fatto che nei tre stati dei corpi furono ritrovate nove proprietà principali; e sono I. impenetrabilità, II. peso, III. porosità, IV. dilatabilità, V. coesione, VI. fluidità, VII. compressibilità, VIII. elasticità, IX. espansività. Inoltre le prime quattro furono dimostrate appartenere a tutti e tre gli stati, e però sono generali; le altre

cinque poi non si provarono spettare che a qualche stato solamente, e sono particolari.

2° La caratteristica dei solidi è la coesione, la caratteristica dei liquidi è la fluidità, quella dei vapori è la elasticità. Imperocchè fra le proprietà particolari la *coesione* si ritrova solamente nei solidi, e ne è quindi il carattere distintivo. La fluidità poi appartiene veramente tanto ai liquidi, quanto ai vapori: ma quelli la posseggono pura, in questi essa si addiziona anche ad altre proprietà, cioè alla compressibilità, alla elasticità, ed alla espansività; e vi si complica in guisa, che gli effetti che ne risultano non sono mai dovuti solamente ad essa, nè ce ne offrono la vera indole. È però che la *fluidità* pura costituisce la caratteristica dei liquidi. Finalmente quanto ai vapori giova annunciare fin da questo momento, che la loro espansività dee riportarsi (come dimostreremo a suo luogo) alla elasticità; perchè essa non è veramente che un caso di questa. Dal che consèguita che le proprietà originarie dei vapori si riducono a sole tre: fluidità, compressibilità, ed elasticità. Ora la fluidità, come dicevamo, l'ànno comune coi liquidi, ed è implicitamente racchiusa nelle idee di compressibilità ed elasticità: però non ne può costituire la caratteristica. Inoltre la compressibilità è relativa in tutto alla elasticità; cosicchè questa suppone quella. Infatti la elasticità si dice esser quella proprietà, per la quale un corpo riprende il primiero volume *perduto per una pressione meccanica*, ossia sotto la compressione. Resta dunque per caratteristica dei vapori la sola *elasticità*.

II. SCOLII. 1° Poichè la fluidità spetta sì ai liquidi che ai vapori, e questi ànno di più due altre proprietà (cioè la elasticità e la compressibilità) una delle quali può dirsi relativa all'altra; gli stati dei corpi possono anche classificarsi in altro modo, come fanno alcuni Fisici. Può dirsi, cioè, che i corpi sono o *solidi* o *fluidi*; e che i fluidi si dividono in *fluidi incompressibili* [1], ed in *fluidi compressibili*, oppure (e questa divisione è più comune) in *fluidi elastici*, e *fluidi anelastici*.

1 Qualcuno forse dirà che, dopo le esperienze di Canton, Perkins,

2° Si vede abbastanza dalle cose esposte, e si vedrà anche meglio più tardi, che la somiglianza, che ànno fra loro tutti i fluidi elastici, è assai maggiore di quella che ritrovasi fra

OErsted, Colladon, Sturm, Régnault, e Grassi sulla compressibilità dell'acqua, non può essere che per inavvertenza, che questa proprietà sia stata omessa nel catalogo delle generali; e che inoltre anche l'elasticità deve aver posto fra queste.

Rispondo che tanto la elasticità, quanto la compressibilità, sono state escluse *pensatamente* dal novero delle proprietà generali. E ciò perchè non si sogliono predicare dei corpi, se non quelle proprietà, le quali appartengon loro in modo assai palese, e in un grado tale da influire nei grandi fenomeni, dei quali ognuno desidera la spiegazione. Ora la compressione, che si è ottenuta nei liquidi, è così poca cosa, che non ci dà diritto di chiamarli compressibili. A misurare questa compressione si è usato l'apparato, chiamato *piezometro*, ideato da OErsted e migliorato da Despretz e Saigey (fig. 7.) Consiste esso in un vaso cilindrico di cristallo, dal cui cielo sorge in mezzo un collo metallico perfettamente cilindrico. e munito di stantuffo (S), che può abbassarsi per mezzo di una vite di pressione (P), e ad un fianco (del cielo stesso metallico) si innalza un tubo con chiavetta (D) terminato in un imbuto (I). Dentro questo vaso cilindrico si versa dell' argento vivo (O), e in posizione verticale vi si colloca un lungo recipiente (A) pur di cristallo, ripieno del liquore, di cui si vuol conoscere la compressione. Siccome questo recipiente esce superiormente in un sottilissimo tubetto, tutto contraddistinto in gradi uguali, il quale ripiegandosi verticalmente va a tuffare la sua bocca nell'idrargiro (O); così il liquore da sottoporsi alla prova si trova in contatto coll'argento vivo. Ma non basta: nel mercurio medesimo (O) si immerge la bocca di un altro tubo (B) laterale, men sottile, chiuso superiormente, e pieno d'aria; al quale è annessa una scala graduata (C). Dopo ciò, si empie d'acqua tutto il vase cilindrico, e chiusa la chiavetta (D) si pre-

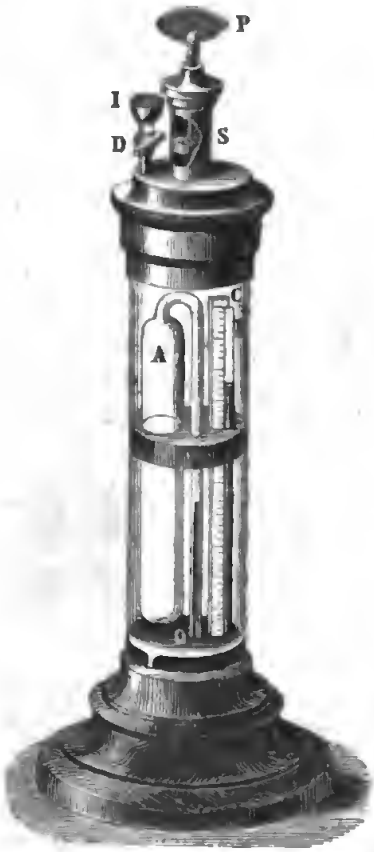

Fig. 7.

Digitized by Google

tutti i liquidi, o tutti i solidi; ed è però che i vapori sogliono assai comunemente denominarsi *aeriformi* senz'altro: e ciò per la stretta analogia che ànno coll'aria.

me l'acqua collo stantuffo (S). Con ciò viene premuto anche l'idrargiro (O), il quale alla sua volta comprime tanto l'aria del tubo laterale (D), (e salendo in questo dà la misura della pressione esercitata dallo stantuffo), quanto il liquore del tubetto del recipiente (A), e salendo pure in questo mostra la compressione del liquore, e (quando si conosca il rapporto che passa fra tutta la capacità del recipiente (A) e quella di ciascuna divisione del tubetto) ne dà eziandio la misura. E qui a comprendere il perchè di tanta complicazione è bene sapere, che se il recipiente (A), in cui si vuol comprimere il liquido, non fosse immerso dentro l'acqua, si gonfierebbe: e così darebbe occasione di attribuire alla compressione ciò, che non si dovrebbe ad altro che alla sua aumentata capacità. Ma anche con questo artificio, siccome la pressione che soffre internamente il vase non è perfettamente uguale a quella che soffre all'esterno, come si dimostra col calcolo; così vi è un aumento di capacità che deve eliminarsi pure col calcolo. Or bene: con questo artificioso metodo, nella supposizione che il detto calcolo nell'applicazione pratica sia rigorosamente esatto, e che le pareti del recipiente (A) e del suo sottilissimo tubo non soffrano esse medesime compressione veruna, (la qual cosa non fu ancora, che io mi sappia, rigorosamente dimostrata) si arriva finalmente a provare che con una pressione uguale a quella che può esercitare una colonna di idrargiro alta 76 centimetri, l'acqua stillata, se purgata d'aria, diminuisce di 51 millionesimi del suo volume, se non purgata, di soli 49. Quantità veramente rispettabile!

Altrettanto dicasi dei solidi. Si vuole che la compressibilità sia una proprietà generale. Dunque meritano l'epiteto di compressibili il basalte, il bronzo, il diamante?

Quanto alla elasticità, vale il criterio medesimo. Poichè cessando di comprimere l'acqua nel piezometro, questa riprende il suo primiero volume, dunque l'acqua dee dirsi elastica? Lo è veramente; ma in un altro senso; nel senso, cioè, in cui sono elastici certi solidi, come sono l'avorio, il marmo, il vetro: però di questa non parliamo qui. Ma nel senso di una forza atta a ridonare ad un corpo, non la primiera figura, ma il primiero volume; come possono annoverarsi fra i corpi elastici, il piombo, la creta, la cera molle? Eppure dentro certi limiti, e per certe pressioni questi corpi sanno riprendere il volume primiero! Anche nei liquidi vi è una tenue forza di coesione! Anche certi metalli, per la loro duttilità, mostrano una qualche scorrevolezza nelle loro particelle. E che perciò? Diremo dunque, che la coesione e la fluidità sono due proprietà generali dei corpi? Ragionando di questa maniera si viene ad asserire che non vi è alcuna proprietà particolare, ma che tutte son generali. Il che equivale a dire che: tutti i corpi sono elastici e tutti son molli, tutti sono fluidi e tutti pure son solidi, tutti son duri e tutti sono teneri, tutti sono fra-

III. DEFINIZIONI. Dalle cose ragionate fin qui si ricava la giustezza delle seguenti definizioni, e la spiegazione della figura dei tre stati dei corpi.

1ª *Solido* suol dirsi quel corpo, le cui parti si tengono strettamente congiunte e coerenti fra loro. È per questo che ogni solido à una figura permanente, ossia indipendente dal vaso, ove può esser collocato.

2ª *Liquido* deve chiamarsi quel corpo, le cui parti sono scorrevoli le une fra le altre, ma inette ad espandersi, e molto restie ad esser per una pressione meccanica ravvicinate fra loro. Ed è però che i liquidi prendono la figura del recipiente, in cui sono contenuti: occupando per altro uno spazio costante, cioè di dimensioni invariabili, non in sè stesse, ma nella loro somma.

3ª Da ultimo è detto *vapore*, o *fluido elastico*, o *aeriforme* quel corpo, le cui particelle sono parimente scorrevóli, ma si ristringono o si allargano a seconda della varietà delle pressioni, che soffrono. Perciò questi corpi prendono in tutto la figura del recipiente; perchè empiono sempre il vase in cui sono racchiusi, qualunque ne sia la capacità.

IV. CONCLUSIONE. Si è mai ripensato alle molteplici utilità che derivano da questa triplice differenza di corpi, altri consistenti, altri scorrevoli, ed altri elasticissimi? Che sarebbe di noi se

gili e tutti tenaci; e così andate voi dicendo. Proposizioni tanto paradossali, che se non fossero già state stampate, nessuno se le sarebbe aspettate mai nè anche da un principiante. Nè si replichi che in ogni corpo si mostrano, sebbene in tenue dose, quelle proprietà che sono annoverate fra le particolari: perchè questo non distrugge la distinzione ricevutissima e verissima fra le proprietà generali e le particolari; ma somministra occasione ad una nota analoga a quella che noi stiam facendo, per la quale si avverte che nei liquidi si è ritrovata una debole compressibilità, che una qualche elasticità si rinviene anche nei solidi e nei liquidi, e che insomma di ognuna delle proprietà particolari può rinvenirsi una qualche traccia in ciascun corpo. Ma non si dica molle il bronzo, perchè si può trovare il modo di leggermente solcarlo; nè flessibile il marmo, perchè se ne può alquanto incurvare una lastra; nè fragile il legno, perchè può con molta forza certamente spezzarsi.

Poste le quali cose, seguiteremo a collocare i solidi e i liquidi fra i corpi incompressibili; confessando tuttavia che, con ingenti pressioni, possono pur finalmente diminuire di un qualche millionesimo del lor volume.

l'aria non potesse per la sua somma mobilità rinnovarsi continuamente e purgarsi de'miasmi, e dei principii deleterii, di cui le combustioni, la respirazione, e tanto mefitiche esalazioni la riempiono? Che avverrebbe se l'acqua si accumulasse, come l'arena, colà ove cade per pioggia; invece di correre giù pel pendìo ad inaffiare i terreni, ad alimentare le fontane, a riempire i pozzi? E se i marmi, i legni, i metalli non avessero maggior consistenza dei fiocchi di neve, della bombage, o di un fiore, sarebbero state inventate le arti? godremmo di tante comodità della vita?.... Or non è ingratitudine il non ricordar mai tante cure benefiche della Provvidenza?

ARTICOLO II.

NOZIONI RELATIVE ALLE PROPRIETA' GENERALI.

17. Impenetrabilità. — I. OBBIEZIONE. Abbiamo (**15.** I.1°) dimostrato che tutti i ponderabili sono impenetrabili. Ma sembra opporsi alla impenetrabilità dei liquidi il fatto seguente. — Due mezzi bicchieri abbondanti, uno di acqua e l'altro di olio di vitriuolo (o di acido solforico, come chiamanlo i Chimici), si possono versare in un bicchiere solo, il quale abbia una capacità uguale esattamente a quella di ciascuno di essi, senza che per ciò se ne riversi una stilla. — Questo fatto per altro non è in opposizione alla legge dell'impenetrabilità dei liquidi, più che non lo sia contro la impenetrabilità dei solidi, il potersi versare in un sol moggio due mezze moggia abbondanti, una di noci, l'altra di miglio. Chè nei liquidi se v'è la impenetrabilità, vi à eziandìo la porosità: e per questa (come vedremo fra non molto) resta fra una molecula e l'altra sì dell'acqua, che dell'olio di vitriuolo uno spazio, che in proporzione non è certo minore di quello che si interpone fra noce e noce, o fra un grano e l'altro di miglio.

II. SPIEGAZIONE. Già è stato detto (**4.** III. 1°) che la cagione, per la quale ciascun corpo reca un impedimento a qualunque altro, che si presenti ad occupare il luogo suo, è una forza (**4.** IV. 1°) residente in ciascun atomo corporeo,

la quale vien chiamata *forza di resistenza*. Fu anche detto (4. V. 2ª) che questa resistenza forse non sempre è vittoriosa; ma adesso possiamo aggiungere che lo è sempre nei corpi ponderabili, e perciò attribuisce a questi *l'impenetrabilità* [1]. Imperocchè non può dimostrarsi che la impenetrabilità sia essenziale alla materia; o in altri termini, non può provarsi l'assurdità della coesistenza di due corpi in un medesimo sito. Nè potrebbe dirsi privo della *forza di resistenza* un corpo, il quale, dopo avere opposto un rattento abbastanza forte alla penetrazione, si lasciasse al fin penetrare per la prepotente violenza di una qualche sostanza (esempigrazia del calorico) di una particolare natura. È però, che si è distinto il fatto stesso della resistenza (4) dal fatto della impenetrabilità; e si è considerato quello come proprietà essenziale dei corpi, e questo solamente come proprietà generale, ossia comune a tutti i ponderabili. [2]

III. DEFINIZIONI. Per le ragioni sovra esposte i corpi sono stati dai Fisici differenziati in due categorie, e contraddistinti con due diversi nomi.

1ª Essi ànno appellato *coercibile* ogni sostanza, che può prendersi e conservarsi in vasi, senza pericolo che sfugga a traverso delle loro pareti. Son tali tutti i ponderabili: dacchè non solo i liquidi, ma l'aria medesima, e ogni altro vapore può racchiudersi in vasi di vetro.

2ª Dicono invece *incoercibile* quella, che non può conservarsi chiusa in qualche recipiente. Sono incoercibili tutti gli imponderabili.

1 Vedi *Pianciani Istituzioni Fisico-Chimiche. Tomo I. pag. XXXII.*

2 È un'applicazione dell'impenetrabilità dell'aria la *campana*, così detta, *urinatoria*, o *del palombaro*. La quale consiste in un recipiente, o di doghe di legno o anche di metallo, aperto inferiormente, e così ampio da poter sedervi dentro, e muovervisi liberamente un uomo condannato a portarsi dentr'esso a visitare il fondo del mare. Sì fatto strumento, affine di farlo discendere verticalmente nell'acqua si carica alla bocca di grossi pesi, e costruito fra due battelli un palco di traverse, dalle quali penda una carrucola, si affida ad una fune posta a cavalcioni sulla scanalatura di questa carrucola medesima, e rilasciando a mano a mano la fune, si lascia sommergere ed affondare nell'acqua. E poichè questa, per la impenetrabilità dell'aria, non può entrare nella campana, il *palombaro*, (chè così lo chiamano) può star sicuro, che non ne resterà affogato.

18. Dilatabilità. — Restano ancora molte cose a dirsi relative alla dilatabilità.

I. DEFINIZIONI. 1ª La dilatazione di un corpo considerata in sola lunghezza si chiama *lineare*.

2ª Si chiama *dilatazione cubica* quella del volume intero.

3ª Viene denominata *temperatura* la quantità di riscaldamento, che un corpo manifesta o per sensazioni o per dilatazioni.

4ª La temperatura prende nome di *alta* o *bassa*, secondo che il corpo, di cui si parla, è più o meno caldo.

5ª La quantità di dilatazione di un corpo per ogni unità di innalzamento di temperatura è detta *coefficiente di dilatazione*.

6ª La dilatabilità ed anche la porosità mostrano che un corpo può esser costituito da un numero di atomi maggiore di quelli di un altro, e ciò non ostante esser meno voluminoso, e viceversa. Quindi vien chiamato *densità* il numero delle particelle (che costituiscono un dato corpo) considerato in relazione al volume (**a**. III. 3ª). In questo senso, che quel corpo, il quale sotto lo stesso volume à massa (**a**.III.5ª) doppia, tripla,... di un altro, si reputa due, tre,... volte più denso dell'altro: si ritiene poi ugualmente due, tre,... volte più denso quello, il quale colla stessa massa forma un volume due, tre,... volte minore.

II. OBBIEZIONI. Contro la legge della dilatazione di tutti i ponderabili sogliono farsi alcune difficoltà.

1ª – In inverno i legni si dilatano e si distringono nella state.– La difficoltà non è bene espressa; si sarebbe invece dovuto dire: Nelle giornate umide le porte e le finestre di legno si ingrossano; in vece si assottigliano, quando l'aria è asciutta. Ma l'obbiezione esposta così avrebbe contenuto in sè medesima la sua soluzione. Dacchè la tesi suppone nella quantità di materia, che forma il dato corpo, una costanza, la quale non si avvera in nessuna di quelle sostanze, che sogliono inzupparsi per l'umidità dell'ambiente. Inoltre non sempre fa più freddo, quando l'aria è più umida, e viceversa: e però accade *per accidens*, che talora colla più bassa temperatura si associ un aumento di volume nei legni, ed in altri corpi di simil fatta.

2ª – L'argilla al fuoco si distringe. – Anche l'argilla è una sostanza che comunemente contiene dell'acqua. Non dee far difficoltà che quando abbandona questo liquido sotto l'azione del fuoco, diminuisca di volume. È diminuita anche la massa, e quindi le singole particelle sotto minor volume forse sono più di prima lontane fra di loro. Se non che potrebbe anch'essere che le molecule di argilla esposte al fuoco, o per qualche combinazione chimica, o perchè son prossime a fondersi, prendessero una nuova disposizione, per la quale il volume intero ne restasse abbreviato. Pare per altro che un bastoncello di argilla, che già abbia mostrato un tal fenomeno, non si ristringa di nuovo che sotto temperature più alte.

3ª – Il ghiaccio occupa un maggiore spazio dell'acqua. – Verissimo: tanto che il ghiaccio galleggia sull'acqua; ed è assai facile che si spezzi il vaso, in cui l'acqua si aggela. Anzi è dimostrato, che l'acqua, quando (al raffreddarsi sempre più) è giunta ad una temperatura abbastanza prossima a quella, nella quale s'agghiaccia, principia ad ingrandirsi di nuovo; viene, cioè acquistando maggior volume a mano a mano che trapassa di una in altra temperatura anche più bassa: finchè finalmente si rassoda. E bene: ciò non distrugge la legge, ma al più ne costituisce un'eccezione. Dissi *al più*: mentre che sappiam noi, se sotto un ampliato volume, le molecule non sieno ciò non ostante più prossime, e fors'ancora a contatto? Imaginate che le molecule liquide, nel solidarsi, di sferiche e distanti una dall'altra che erano, si faccian cubiche, ma con questa legge, che i cubi prossimi si tocchino solamente per gli spigoli; si saranno ad un tempo ampliati i pori e riavvicinate le particelle. Che la cosa non sia tanto fantastica, quanto può a prima giunta sembrare, si conoscerà quando si dirà della figura dei liquidi, e della cristallizzazione dei solidi. Ma potrebbe anch'essere, che nel fenomeno avesse parte qualche cangiamento intestino proprio dell'acqua, che cangia stato. In breve qui più leggi vengono in conflitto fra loro, e non se ne può quindi trarre argomento contro veruna.

III. SPIEGAZIONE. Poichè la dilatazione segue costantemente ogni riscaldamento, ed ogni riscaldamento si attribuisce (come vedremo anche meglio a suo luogo) a quell'agente fisico che

à nome *calorico*; è posto fuori di controversia, che la cagione delle dilatazioni non è che questo imponderabile. Siccome per altro del calorico si dovrà trattare esprofesso nella seguente Sezione, possiamo dispensarci dal diffonderci qui in ulteriori schiarimenti su questa causa delle dilatazioni. Aggiungeremo invece alcune leggi, alle quali esse vanno sottoposte, e quelle applicazioni, che debbono fin da questo momento esser da noi conosciute, affine d'intender meglio per l'avvenire ciò che saremo per dire qua e là in questa stessa Sezione.

IV. LEGGI. 1ª *Per un medesimo grado di riscaldamento qual corpo si dilata più, e quale meno.* Questa legge si deduce dalle sperienze stesse, colle quali è stata dimostrata la dilatabilità. I. In fatto a mostrare la dilatazione dei solidi col piroscopio anulare (12. II. 4ª) bisogna sottoporre alla palla una lampada a spirito ardente. Invece col termometro ordinario (13. II. 4ª), si avverte che varia il volume dei liquidi al variare delle stagioni, ed anche solamente col toccare con una mano calda il bulbo del termometro. II. Ma col differenziale (14. II. 1ª) si veggono dilatarsi i vapori, tanto solo che si appressi una mano ad una delle sue bolle. Il che prova, che, di regola generale, più son dilatabili i liquidi che i solidi, e più dei liquidi stessi lo sono gli aeriformi. III. Ma anche fra i varii corpi di un medesimo stato vi è differenza. Chè col pirometro meccanico (12. II. 4ª) si sperimenta l'ottone essere dilatabile quasi il doppio dell'acciaio, più dilatarsi l'argento dell'oro, e questo più del platino: col termometro ordinario si valuta che l'acquarzente dev'essere alquanto più dilatabile dell'acqua, e ben sei o sette volte più dell'idrargiro: ed infine col differenziale si osserva che, sebbene fra i vapori la differenza di dilatabilità sia assai piccola, pur tuttavolta essa non manca del tutto.

2ª *In generale, dentro certi limiti, ad ogni uguale aumento di temperatura corrisponde nel medesimo corpo un'uguale dilatazione.* I. Giacchè, sebbene non possa dirsi che i solidi abbiano un coefficiente di dilatazione veramente costante; pure dentro certi limiti, e pigliando la cosa non a rigore matematico, ma con una certa larghezza, può asserirsi che si di-

latano abbastanza ugualmente per uguali aumenti di temperatura. II. Più costante è il coefficiente di dilatazione nei liquidi, e fra questi si distingue l'idrargiro: il quale, dentro i limiti della temperatura del ghiaccio fondentesi e quella dell'acqua bollente, si dilata assai uniformemente. A dimostrarlo De Luc e Crawford, segnate sul cannellino del termometro le due altezze, a cui giunge il livello dell' idrargiro (quando lo strumento medesimo si trova immerso prima nel gelo triturato, che si vien fondendo, poi nell' acqua che bolle) presero un miscuglio di due masse uguali d'acqua, una che fosse bollente, e l'altra appena fusa; e videro, che il livello si stabiliva nel mezzo fra i due sopraddetti segni. Aggiungendo poi al detto miscuglio delle determinate quantità di acqua o bollente, oppure ottenuta allora allora dal ghiaccio, trovarono che il detto livello si fermava ad altezze proporzionali alle temperature, che dovevan supporsi nei due miscugli. Altri ricorsero ad altri metodi ancora più esatti; e provarono che ogni qual volta l'idrargiro si riscalda, fra quei due limiti, di un altro centesimo di più, si dilata eziandio di un cinquemillesimo circa [1] del suo volume. Dunque può dirsi che, per quelle temperature, il mercurio si dilata uniformemente. Non è più così preciso questo coefficiente sopra e sotto dei due sopraccennati limiti, cioè dell' acqua bollente e del gelo deliquescente. Invece il coefficiente di dilatazione dei fluidi elastici, e specialmente dell'aria, si ritrova costante, e con maggior precisione, e dentro limiti molto più estesi. Infatti si può riscaldare l'aria, o qualunque altro vapore contenuto in uno dei due bracci del differenziale (**14.** II.1ª), e si vedrà che per uguali aumenti di temperatura, ottenuti coi detti miscugli, e con altri metodi (che sarebbe lunga ed inutil cosa l'enumerare) i volumi del vapore crescono ugualmente.

V. SCOLII. Su questi principii sono fondati i *termometri*, cioè i misuratori delle temperature, che tanti servigi ànno

1 La dilatazione del mercurio è di $\frac{1}{5550}$ per ogni grado del termometro centigrado.

reso alla scienza, ed alle arti. Descriveremo i principali in tanti separati scolii.

1° Poichè l'aria, per ogni cangiamento di temperatura, varia in volume *dassai* ed *uniformemente*; così accadde che il primo *termometro* fosse *ad aria*. Chiunque ne sia stato l'autore, o Santorio, che fu Professore a Padova, o l'olandese Drebbel, o Fludd, (o come sembra oramai posto fuori di controversia) il nostro Galileo Galilei; certo è che questi già l'adoperava al principiare del secolo XVII, anzi (a quanto pare) fino dal 1595. Consisteva esso (fig. 8.) in un tubo (BV) di vetro aperto da una parte (in V), e dall'altra chiuso con una bolla (B) soffiata alla lampada. Per prepararlo alle osservazioni delle temperature, si teneva in alto la bolla, e s'immergeva l'apertura in un vasello (V) di acqua colorata; poscia vi si appressava una sorgente di forte calore, affinchè l'aria, racchiusa nello strumento, col suo dilatarsi discendesse nell'acqua, e quindi salisse in gallozzoline a traverso del liquido ed isse a disperdersi nell'atmosfera. Diminuita per tal maniera opportunamente la quantità dell'aria racchiusa nell'apparato, al raffreddarsi di questa, una porzione del sottoposto liquido entrava ad occuparne il posto, e saliva su fino ad una certa altezza (A) stabilmente contrassegnata sul tubo. Da allora in poi ogni volta che si avvicinava alla bolla un corpo, la cui temperatura fosse più o meno alta, o l'aria tornava a rarefarsi e cacciava in basso il liquido, oppure si distringeva vie maggiormente, e permetteva che altro liquido vi salisse. In ogni caso la temperatura del corpo appressato veniva ad essere, in qualche maniera, misurata dall'altezza (AV) della colonna liquida. Se non che i difetti di questo strumento non eran pochi. Primieramente esso non avea un

Fig. 8.

punto fisso per quel primitivo riscaldamento; cotalchè i diversi termometri non erano paragonabili fra loro. Secondariamente il liquido del vasellino, a lungo andare, svaporava; e la colonna liquida variava di altezza, anche senza alterazione veruna di temperatura. In terzo luogo non poteano con questo strumento essere segnate le temperature assai alte, senza che l'aria, venendo a soffrire una dilatazione ancora maggiore di quella sofferta allorquando fu costruito il termometro, fosse costretta ad uscire di fuori; e lasciar quindi il liquido ascendere più in alto, non per maggior raffreddamento dell'ambiente, ma per l'aumentata capacità nello strumento. Finalmente il liquido ascendeva e discendeva anche allora, che la temperatura rimaneva costante. Il che avveniva per le vicissitudini, alle quali va soggetta (come vedremo a suo luogo) quella forza espansiva dell'aria esterna, per la quale il liquido è spinto a salire nel tubo.

2° Ad ovviare alla maggior parte di questi inconvenienti gli Accademici del Cimento, tenendo la bolla, o (come anche dicesi) il *bulbo* in basso, empierono lo strumento di acquarzente, lo riscaldarono fortemente, e poscia chiusero il cannellino colla lampada. Di che, il raffreddamento facendo ristringere il liquido, rimaneva vuota una porzione del tubetto. Quindi è che, sottoponendo lo strumento a più intensi raffreddamenti, la sua porzione vuota veniva ad ingrandirsi; ed invece s'impiccoliva, per lo salire che vi faceva l'acquarzente, quante volte questessa si trovasse esposta a più alte temperature. Così la chiusura del cannellino soppresse il difetto proveniente dalla pressione dell'aria; ed inoltre il primitivo riscaldamento del liquido potea essere assai maggiore di quello dell'aria: e quindi veniva aumentata la estensione della misura. E' pare che sia stato Lorenzo de'Medici il primo ad adoperare l'acquarzente, e proporre che fosse sigillato il tubetto, mentre il liquido vi bollia per entro.

3° Ma nel termometro degli Accademici del Cimento mancava, come nel galileano, un punto fisso, che rendesse confrontabili fra loro le indicazioni dei diversi termometri; specialmente poi di quelli costruiti in diversi paesi da artefici differenti. Gli stessi Accademici tentarono di porre un riparo a

questo difetto, facendo segnare a tutti il 13, 5 là dove si stringeva lo spirito di vino di un termometro immerso nel ghiaccio, e 43 là dove si sollevava esposto al Sole nel cuor della state. Ma se questo espediente portò un giovamento di molta rilevanza, ciò fu perchè un medesimo artista, che era molto accurato e destro, costruì gran numero di termometri, che furon diffusi per tutta Italia e fuori. Il merito per altro di aver eliminato codesto inconveniente è tutto del Renaldini, che fu Professore a Padova. Dacchè essendosi nel 1664 scoperto che il ghiaccio nel fondersi, in ogni sito o stagione, possiede e mantiene un' ugual temperatura ; e vent' anni appresso essendo stata annunciata la legge medesima per l'acqua bollente; il sopraddetto Professore nel 1694 propose che la scala del termometro fosse regolata su questi due punti fissi. Esso stesso, o (come altri asserisce) un certo Lana, sostituì inoltre all'acquarzente l'idrargiro ; il quale si dilata , come sappiamo, assai uniformemente , ed à i due estremi della scala molto distanti fra loro: perchè gela a temperatura assai più bassa di quella del ghiaccio, e non bolle che a temperatura altissima. Il che rese anche più facile escludere dallo strumento tutta l'aria; la quale, comecchè vi rimanga in piccola quantità, reca sempre un qualche impedimento alle dilatazioni. Dappoichè a tale scopo non si à a far altro che chiudere il tubetto, mentre è tutto pieno dell'idrargiro, che da qualche tempo vi sta in bollore.

4° Da allora in poi tutti i termometri [1] divennero comparabili fra loro: perchè in tutti si contraddistinsero due limiti; uno inferiore che segnasse la temperatura del ghiaccio diliquidante, l'altro superiore che mostrasse quella dell' acqua bollente. Più tardi si sono anche perfezionati i metodi per precisare, con tutta esattezza, queste due temperature costanti; prescrivendosi, fra le altre cose, che il punto di ebollizione si segni tenendo il bulbo immerso non nell' acqua bollente , ma nel vapore, che da essa si solleva. Siccome per altro i due sopraddetti limiti non sono stati da tutti contrassegnati coi numeri

1 Tralascio la descrizione dei termometri di Newton, di de l'Isle, e di Amontons, e di varii altri; per la ragione che essi non sono più in uso.

medesimi, nè sempre determinati coi metodi stessi; ne sono nati diversi termometri. Fra i quali i più celebri sono: I. *L'ottantigrado* (fig. 9.), detto anche impropriamente di *Réaumur* 1, nel quale lo zero è al livello ottenuto pel gelo liquidiente; ed al livello determinato per l'immersione nel vapore, che si solleva dall'acqua bollente, si ritrova l'80°. S'intende già che lo spazio, frapposto a questi due limiti, si divide in ottanta porzioni; le quali debbono essere tutte della stessa lunghezza, a condizione che il tubetto sia veramente cilindrico, abbia cioè in tutta la sua ampiezza il canale interno ugualmente largo. Anzi, sebbene al di là di detti limiti le dilatazioni dell'idrargiro non sieno più perfettamente (IV. 2ª. II.) uniformi, si suole anche fuori di essi estendere la graduazione; con questa legge che sotto lo zero si riprincipia a segnare 1°, 2°, 3°,....: ma questi gradi si distinguono dagli altri, premettendo loro il segno matematico di negatività, e coll'epiteto *negativi* o coll'aggiunto *sotto zero*; dicendosi: *dieci gradi sotto zero*, oppure *dieci gradi negativi*. II. Il *centigrado* (fig. 9.), detto anche di *Celsius*; perchè questi ne sembra l'autore. Nel quale invece dell'80° è segnato 100°; e lo spazio, interposto fra 0°, e 100°, è diviso in cento parti uguali. III. Il *centottantigrado*, che è in uso in Inghilterra, dacchè il tedesco Fahrenheit nel 1724, quando non

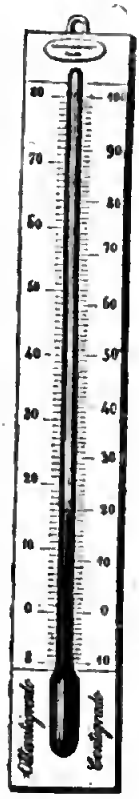

Fig. 9.

1 Il termometro *ottantigrado* suole chiamarsi *di Réaumur*; ma, a quanto sembra, assai impropriamente. Perocchè lo strumento, proposto dal francese Réaumur, non era formato nè da idrargiro, nè da acquarzente pura, ma da acquarzente inacquata in misura, che avesse per coefficiente di dilatazione la frazione 0,08; e di più avea il solo zero fissato per esperienza, mentre gli altri gradi erano determinati prendendo tante porzioni, ognuna delle quali contenesse otto centesimi del volume di tutto l'idrargiro racchiuso nello strumento, quando segnava zero. Dal che conseguitava che il punto di ebollizione dell'acqua in tal termometro non corrispondesse all'80°, ma al 100°,4; ed invece l'80° segnasse il grado di ebollizione della sua acquarzente inacquata.

era abbastanza diffusa la felice idea di Renaldini, lo presentò alla Società reale di Londra. La scala di questo è divisa in 600 parti uguali, ed à due punti fissi: l'inferiore risponde alla temperatura di un miscuglio formato di due porzioni uguali, una di ghiaccio, e l'altra di sale ammoniaco; e il superiore risponde a quella del mercurio bollente. Quindi è, che in questo lo zero del centigrado corrisponde al 32°, e la temperatura dell'acqua bollente si trova segnata col 212°; e perciò lo spazio intercetto fra i due limiti comuni contiene 180 gradi.

5° Abbiamo già descritto il così detto *termometro differenziale di Leslie* [1]. Esso non è atto a misurare la temperatura del fluido ambiente; perchè qualunque questa sia, i due livelli del liquido si manterranno sempre sulla stessa linea orizzontale: ma ove ad uno dei suoi due bulbi sia avvicinato un corpo di temperatura diversa da quella dell'ambiente medesimo o da quella di un altro corpo appressato all'altro bulbo; il dislivello del liquido, nelle due braccia, manifesterà *la differenza* di queste due temperature. E ciò con molta precisione; in forza della grande dilatabilità dell'aria (IV. 1ª). Affinchè pertanto questa differenza medesima possa esprimersi in gradi del comune termometro; alle due braccia verticali (fig. 10.) sono annesse due scale, aventi lo zero su quella orizzontale, in cui trovansi i due livelli, quando lo strumento è immerso in un ambiente, la cui temperatura sia 10° del centigrado. Poscia s'involge uno dei due bulbi nel gelo liquidiente, e ai due nuovi livelli si segna 100°. Così quello spazio, che divide due temperature, che sono differenti

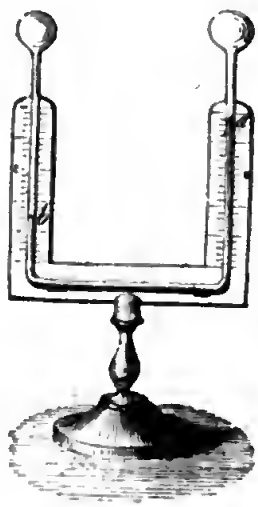

Fig. 10.

1 Uno strumento consimile, ma colle braccia verticali più brevi della porzione orizzontale mediana del cannellino, e con in mezzo a questa una sol goccia di liquido (destinata a servir da indice); è in sostanza un *differenziale*, ed è chiamato il *termoscopio di Rumford*.

di soli dieci gradi, è qui distribuito in ben cento parti; e però ognuna di queste è il decimo di un grado del centigrado. [1]

6° I termometri liquidi, e specialmente quelli ad aria, sono assai sensibili, ed anche molto esatti, se vuolsi; ma non possono indicare le temperature altissime, e il loro corpo termometrico rimane separato pel vetro da quello, di cui s'intende esplorare la temperatura. Vengono quindi opportuni

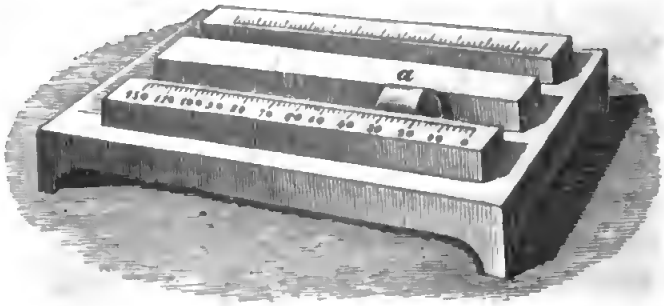

Fig. 11.

i così detti *pirometri*, ed i termometri metallici. 1. Uno di questi *pirometri* (fig. 11.) à il nome da *Wedgwood*; e consiste in due sbarre metalliche inclinate fra loro ad angolo molto acuto, a modo quasi di compasso, e divise in tante porzioncelle uguali. Per adoperarlo, con una forma prestabi-

1 Sono varianti di questo strumento la così detta *Fontaine d'Amour*, ed altri simili giuochi (fig. 12.). La varietà sta in questo, che il liquido è qui più abbondante, ed il tubetto (bc) à un ristringimento là (in c) dove esso imbocca nel bulbo. Donde consegue che l'aria, riscaldata coll' impugnare uno (a) dei bulbi, spinge, con impeto e con un getto simile ad una fontanella, il liquido nell'altro bulbo (d); e poi essa medesima, traversando a gallozzoline e con qualche gorgoglio il liquido medesimo, mette questo in agitazione, ed in apparente bollizione.

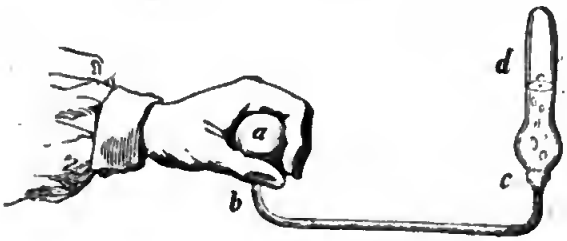

Fig. 12.

lita si costruiscono dei cilindri d' argilla (a) tutti uguali fra loro, i quali possano entrare nella maggior larghezza del detto compasso. Ciò fatto questi cilindri si espongono al fuoco, la cui energia si vuole esplorare. Con ciò, come sappiamo (II. 2ª), quei bastoncelli si impiccoliscono più o meno, a seconda della maggiore o minore altezza della temperatura, a cui furono esposti; e però possono introdursi più o meno fra le due sopraddette sbarre. II. Il così detto *pirometro di Daniell* è costituito da un cilindro di platino vestito di un tubo di grafite o di argilla cotta. Una sua estremità, come nel pirometro meccanico (fig. 13.), è fissa, e l'altra al dilatarsi, per l'energia del sottoposto fuoco (di cui vuol misurarsi

Fig. 13.

la temperatura), va a mettere in moto una serie di leve a braccia disuguali, e per mezzo di queste fa girare un indice (K), il quale segna così sopra un sottoposto quadrante (e in una estensione ingrandita per le dette leve) le più minute dilatazioni del platino. III. La proprietà sovra esposta (IV.1ª III), della quale godono i metalli, di dilatarsi disugualmente uno dall'altro, sebbene sieno portati ad un medesimo grado di riscaldamento, à suggerito a Breguet il termometro metallico, intitolato dal suo nome. In quella guisa che un foglio di carta, prima inumidito tutto egualmente e poi riscaldato e quindi prosciugato più in una pagina che nell'altra, si contrae più in quella che in questa, e però s'incartoccia; anche due verghe o liste di due metalli di diversa dilatabilità (per esem-

pio acciaio e ottone) saldate (fig. 14.) insieme, e sottoposte allo stesso raffreddamento o riscaldamento s'incurveranno: di maniera che ad ogni abbassameuto di temperatura la concavità (fig. 15.) resterà dalla parte del metallo più dilatabile cioè dell'ottone; vi rimarrà invece (fig. 16.) la convessità, quando la temperatura si abbassi al di sotto dell' ordinario. Ciò posto si prendano due listarelle, una di platino ed una di argento, e si saldino insieme con oro; affinchè questo metallo, di dilatabilità media fra quella delle altre due sostanze, impedisca che sotto brusche alterazioni di temperatura, esse liste non si straccino. Di questa triplice lista (argento, oro, platino)

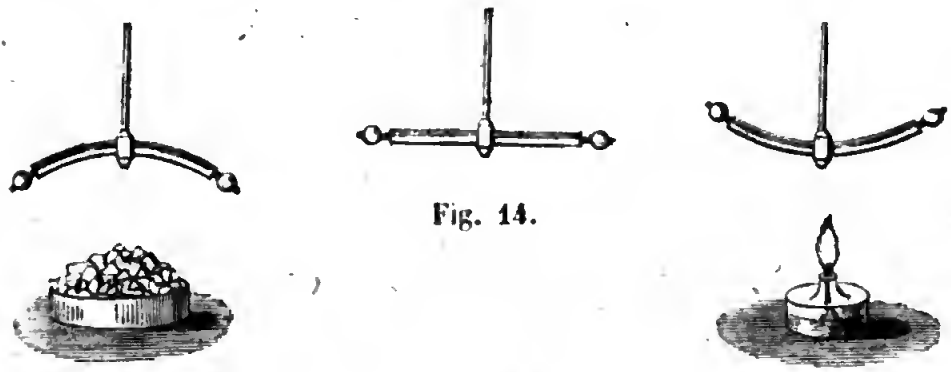

Fig. 14.

Fig. 15. Fig. 16.

si faccia una spira (fig. 17.); il cui capo superiore si annetta fermamente ad un braccio fisso, in maniera che l'asse dell'elica medesima rimanga verticale. Inoltre al capo infeferiore (il quale dee restar libero) della stessa spira sia saldato un indice orizzontale; e vi si collochi sotto, a piccola distanza, un circolo graduato a modo di quadrante da orologio. Ogni riscaldamento, comunicato al capo superiore dell'elica, farà dilatare l'argento assai più del platino; e se quello resterà nella parte convessa, e questo nella concava della spira, accadrà svolgimento. Per contrario, ogni raffreddamento distringerà parimenti più l'argento che il platino; e la elica, attortigliandosi ancor più, si raccoglierà in se medesima. È manifesto dunque, che nel primo caso l'indice si volgerà

da un lato, e nel secondo dall'altro; e risponderà in tal guisa a diversi gradi del quadrante.

19. Peso. — I. Definizioni. 1ª Si chiama *peso assoluto* la facoltà [1], che à un corpo, di far pressione sopra un ostacolo, il quale gl'impedisca di cadere. Si parla di peso assoluto, quando si dice che si prova molta difficoltà a sollevare un grosso pezzo di marmo.

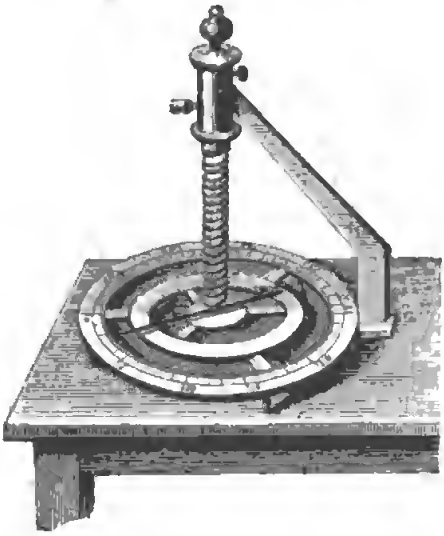

Fig. 17.

2ª È detto *peso relativo* il peso di un corpo in confronto a quello di un altro. È peso relativo quello che si enuncia, quando si dice, che la tal cosa pesa grani 20385,06, oppure libbre 2 e 95 centesimi, oppure anche un chilogramma, cioè tanto quanto pesa un decimetrocubico di acqua stillata, presa alla temperatura 4° (che è quella della sua massima densità).

1 Si avverta che il *peso* non è la pressione *attuale* ed *effettiva*, cui fanno i ponderabili; ma una proprietà di questi, vale a dire quella *forza* che essi esercitano, quando incontrano un ostacolo che impedisce loro di cadere. È ben vero, che il peso può definirsi la pressione che i corpi fanno; ma in tale definizione il vocabolo *pressione* non rappresenta l'effetto, ma la cagione: chè i Fisici chiamano *pressione* ogni forza costante, la quale si esercita sopra un corpo, che è d'altronde impedito a muoversi. Del resto le forze, non si acquistano allora solamente che si esercitano; nè poi si perdono, quando se ne sospende l'esercizio. Fatta questa avvertenza, vede ognuno che i gravi anno peso anche allora che, non essendovi chi ponga ostacolo al lor cadere, non esercitano *di fatto* veruna pressione; e che non è falso quello che asseriscono concordemente dotti ed indotti, che cioè: i corpi abbandonati a sè stessi *cadono perchè pesano*. Dico questo per premunire i miei scolari, affinchè non cadano nella debolezza di ripetere ciò, che io stesso ò udito da taluno di loro il quale credendosi in grado di menar la falce sulle dottrine comunemente ricevute, con grande sicumera e quasi si trattasse di una sua peregrina scoperta, si compiaceva di proclamare, che « quando un corpo

3ª Vien chiamato *peso specifico* il peso di due corpi di ugual volume. Quando si dice che il piombo pesa più dello stagno, o l'acero più del sughero, o l'acqua più dell'olio, si vuole intendere che quei corpi, presi ad uguali dimensioni, non ànno lo stesso peso fra loro. In questo senso si afferma, che il peso dell'aria al livello del mare (chè più in alto è più leggiera) è $^1/_{1770}$ di quello dell'acqua stillata a 4°; e quello dell'idrargiro è 14,5 pur quello dell'acqua medesima.

4ª *Gravità* è un altro nome del peso; e però i corpi pesanti si chiamano anche *gravi*. Ma a rigore *gravità* è il nome imposto alla cagione, qualunque ella sia, del peso dei ponderabili.

II. PROPOSIZIONE. Anticamente si pensò che gli elementi gravi (che allora si credevano essere la sola terra e l'acqua), come i più grossieri, avessero una tendenza innata ad allontanarsi, il più che potessero, dalla sede della *quinta essenza*; e però andassero a collocarsi al centro della sfera stellata: e che per contrapposto i leggieri, creduti i più nobili, (vale a dire l'aria e il fuoco) fossero dotati della forza di salire su

cade non pesa, e quando pesa non cade ». Proposizione, che farebbe ridere, se non facesser nausea le lepidezze nelle cose serie. Dunque un sasso pesa, finchè io lo tengo in mano, e quando lo lascio cadere, non pesa più! Ma poi, appena arriva sul suolo ritorna a pesare un'altra volta! Dunque il peso va e viene nei corpi? E allora è un'illusione, non una proprietà dei gravi. E in tal caso che dovrebbe dirsi della teorica della gravità, di cui mena sì gran vanto la Fisica? Dovrebbe dirsi, che essa è una fisica assurdita. Giacchè è cosa ridicola, che la Terra per attrarre i corpi aspetti proprio il momento che stanno fermi, o che sono sorretti da qualcun altro; e non sì tosto rimangono abbandonati a sè stessi, immediatamente si astenga di attrarli. È una vera stranezza il sol pensare che, nell'atto che un corpo cadente incontra un ostacolo, all'istante la Terra s'affretti a venirgli in aiuto, affinchè lo vinca; ma vinto che sia quest'ostacolo, ella tosto sospenda il suo intervento, e non l'attragga più. È un'assurdità manifesta attribuire la caduta dei gravi all'attrazione della Terra; e insieme supporre che quando un corpo cade, allora appunto la Terra non eserciti verso di lui veruna attrazione.

Chi di una scienza non se n'intende gran fatto; chi non si è preparato ad essa con forti studii, specialmente di Logica e di Metafisica, (che sono, per dir così, la *ianua* di tutte le scienze) se non vuol far ridere buonamente di sè, o ripeta esattamente quello che dicono i dotti, allegandone (ove occorra) l'autorità, o taccia.

verso la materia celeste, o fino alla sfera del fuoco. Ma caduta questa teoria, per la scoperta del peso dei corpi di qualsivoglia stato; presto si riconobbe la gravità non poter essere che un attraimento, il quale si faccia continuamente fra le particelle dei ponderabili. Questa, che dapprima era una pura ipotesi, dacchè non solo ne fu dimostrata la *sufficienza*, ma ben anche la *verità*, divenne una tesi. La quale può enunciarsi così:

La gravità è un'attrazione scambievole che si esercita fra le molecule dei corpi ponderabili.

Dimostrazione. 1ª E primieramente questa spiegazione è *sufficiente* a dar ragione della caduta dei corpi. Dappoichè (come vedremo nella parte matematica) supposto che le singole particelle della Terra attraggano ciascuna molecula di qualsivoglia corpo ponderabile, e che quelle vicendevolmente sieno attratte da queste; ne debbono conseguitare effetti identici a quelli che si avrebbero, se nel centro della Terra risiedesse una forza capace di riportare verso di sè tutti i corpi sublunari. E però la caduta dei corpi deve farsi, secondo le verticali dei diversi siti, nei quali essi sono abbandonati a sè medesimi. E ciò è che avviene di fatto.

2ª Ma in secondo luogo fatti positivi provano che questo attraimento fra le particelle dei ponderabili è una *verità*, non una supposizione. Già Newton avea preveduto, che, se esistesse un picco di figura conica alto tre miglia ed ampio sei alla base, dovrebbe far deviare di un angolo di 2′ un filo a piombo recatogli dappresso. E questo appunto si è avverato. Bouguer e La Condamine nel 1737 osservarono che quel filo nel Perù vicino al Chimborazo, monte vulcanico e però cavernoso, alto sei in sette chilometri (creduto già il più alto monte della Terra) deviava di 7″, 5. Più tardi, cioè nel 1772, Maskeline trovò, che al piede dello Shechallian, uno dei Grampiani di Scozia, alto circa undici ettometri e mezzo, il filo a piombo piegava verso la montagna di ben 5″,4. Ad analoghe conclusioni furono condotti dalle loro esperienze Boscovich, e Carlini. Anzi può sempre replicarsi la seguente esperienza di Cavendish. Un filo d'argento, appeso pel suo capo superiore, porta al suo capo inferiore una sottile, ma lunga asta oriz-

zontale, agli estremi della quale sono appese due piccole palle metalliche. Due altre palle assai grandi, del peso di circa 200 chilogrammi, sono sospese per mezzo di sbarre di ferro, in modo da potersi portare (girando le sbarre medesime) in prossimità dell'asta orizzontale. La quale, appesa com'è pel suo mezzo al filo d'argento, può facilmente oscillare; mentre a tale effetto non esige che la forza capace di torcere alquanto il filo medesimo. Or bene: quando le due grosse palle di piombo sono portate in vicinanza delle due piccole, queste si agitano, principiano ad oscillare, e mostrano così la lor tendenza a cadere su quelle.

III. LEGGI. 1ª *La gravità opera del pari su tutti i corpi.* Si è creduto un tempo che la maggior velocità, onde cadono i corpi specificamente più pesanti, e il diverso peso specifico medesimo, derivasse da una diversa forza di gravità; quasi che ciascun atomo, esempigrazia, di piombo debba pesar più che ciascun atomo di stagno, perchè la gravità per sè medesima si esercita con maggiore energia verso il piombo, che verso lo stagno. Invece può al presente dimostrarsi che ciascun atomo [1] di qualsivoglia corpo è sottoposto alla forza medesima della gravità; chè questa, quanto è da sè, e nelle circostanze stesse, spinge tutti i corpi a cadere colla medesima velocità. I. Il primo ad accorgersi di questa legge fu Galilei. Imperocchè, avendo esso fatto cadere contemporaneamente dall'alto del campanile di Pisa, varii pezzetti di corpi assai diversamente pesanti, cioè oro, piombo, porfido, cera, osservò che questi giungevano al suolo quasi nello stesso tempo; dappoichè la cera restava addietro di soli quattro pollici. Intanto è cosa manifesta che, se la gravità per sè stessa operasse con maggiore energia sui corpi più pesanti, e con minore sui più leggieri, la velocità, che essa imprime, dovrebbe essere proporzionale alla diversità dei pesi; cosicchè la velocità, onde cade un corpo di peso specifico doppio, avrebbe ad essere doppia, e via dicendo. II. Inoltre è un fatto che un corpo tutto omogeneo, quando sia spezzato in

1 Anche i Chimici moderni parlano del *peso atomico*, ma in tutt'altro senso. Di questo tratteremo nel Capo III.

due parti, ed abbandonato a sè medesimo, cade con minor velocità di quella, onde è animato se si lasci a sè quando è tutto intero. Ora è evidente, come non possa in guisa veruna supporsi, che la gravità operi con una intensità, quando le metà sono riunite, e con intensità diversa quando sono separate. Finchè le parti o gli atomi costituenti un corpo sono tutti della stessa natura, e qualità; l'alterazione, che si esercita fra ciascun di essi, e la Terra, deve rimanere costante. Quindi è, che questa si replicherà bensì su ciascun atomo; ma non v'è ragione per dire, che uno di questi atomi debba cadere più lesto, perchè al suo fianco, o se vuolsi attaccato a lui, ve n'à un altro, o due, o cento, o mille. Certo sarebbe una grande stravaganza supporre sollecitati da una maggior forza gli atomi uniti fra loro, che i separati. Perchè dovranno cadere men veloci mille pallini di munizione, che una palla intera fatta con essi? Sarebbe lo stesso che pretendere una maggior velocità nella marciata di un battaglione, che in quella di una sola pattuglia: quasi che aumentasse la forza muscolare dei soldati, coll'aumentarne il numero. — Eppure il fatto è che cade con maggior velocità la palla che la migliarola! — Questo significa, che deve ricercarsi una cagione di tale differente celerità. Ma se questa cagione, nel caso di una sola materia, ora riunita in un sol corpo, ora divisa in tanti, è evidentemente estranea alla forza della gravità; dovrà esserlo parimenti nel caso di due corpi di peso specifico diverso. III. Finalmente un'esperienza chiude perentoriamente la controversia. Dappoichè si è trovato il modo di cacciare l'aria da un recipiente, si è veduto che, facendo cadere varii corpi di diverso peso dall'alto di un tubo di vetro vuoto d'aria, tanto un pezzetto di piombo, come uno di sughero, e perfino una piuma, impiegano il tempo stesso a giungere in basso. Il che certamente non accadrebbe, se la gravità per sè medesima operasse disugualmente sulle diverse sostanze. E questo spiega il perchè del fatto ordinariamente contrario. L'aria oppone una resistenza alla caduta dei corpi: dacchè questi, incontrandola, debbono comunicare a ciascuna sua molecula un grado di velocità, e perderne per conseguenza una quantità proporzionale. Ora questa resistenza è maggiore pei corpi che sono dotati di mag-

gior volume: perchè questi incontrano maggior quantità d'aria: e di più la reazione di ciascuna molecola dell'aria poco effetto (4. III. 3ª) produce, quando deve distribuirsi sopra un gran numero di particelle costituenti un dato corpo. Per la qual cosa, a quel modo che una palla di *bigliardo* assai pesante poco perde di sua velocità per l'incontro di alcune piccole palline, ma assai ne perderebbe, se ne incontrasse molte, oppure ove fosse essa medesima assai leggiera; a quel modo che una sola pattuglia impiegherebbe molto più lungo tempo di un battaglione, a compire una marciata lungo una strada piena di ostacoli e barricate; alla stessa maniera un corpo pesante cade con celerità maggiore di uno assai leggiero.

2ª *La gravità opera in ragione diretta delle masse, ed inversa quadrata delle distanze* I. La prima parte della legge è manifesta. Poichè la gravità non è se non un'attrazione, che si esercita fra tutte le molecole dei corpi ponderabili; certamente al raddoppiarsi o triplicarsi,... del numero delle molecule del corpo attratto, deve parimente esser doppiato, o rinterzato l'attraimento che queste soffrono: ed inoltre quanto è il numero degli atomi o delle molecule del corpo attraente, tante ancora saranno le volte, che l'attraimento stesso si replica sulle singole particelle dell'attratto. II. Quanto poi alla seconda parte della legge si avverta, che anche non volendo dimostrare a rigore la verticalità della caduta dei corpi, il solo fatto del loro andare dall'alto al basso in tutte le regioni della Terra, la quale è pressappoco sferica, dimostra che l'attrazione terrestre verso i corpi sullunari si diffonde quasi dal centro di essa secondo la direzione di tutti i suoi raggi. Questo per altro nella Parte matematica verrà provato con tutta l'esattezza e rigore logico: ed ivi stesso si dimostrerà, che la gravità opera alla stessa maniera in cui opererebbe, se l'attrazione, che fanno le singole molecule terrestri, fosse tutta radunata e condensata al centro della Terra. Or, se è così, com'è di fatto, l'intensità dell'attraimento dovrà seguire la legge della densità dei raggi terrestri. S'imagini adunque che dal centro della Terra parta un milione di raggi tutti ugualmente inclinati fra loro: la loro densità o fittezza sopra una data superficie sferica va nella ragione stessa,

in cui stanno le superficie delle sfere di diverso raggio. Ma queste stanno fra loro, come insegnano i Geometri, in ragione inversa dei raggi medesimi. Dunque ugualmente la intensità dell'attrazione terrestre decresce tanto, quanto aumenta la seconda potenza della distanza del corpo attratto dal centro dell'attraente, ossia della Terra.

3ª *Il peso varia colle latitudini.* Questo vuol dire che un corpo pesa tanto meno, quanto si trova più prossimo all'equatore; e si prova coi seguenti argomenti. 1. Si appenda fermamente ad un braccio stabile (fig. 18.) il capo superiore

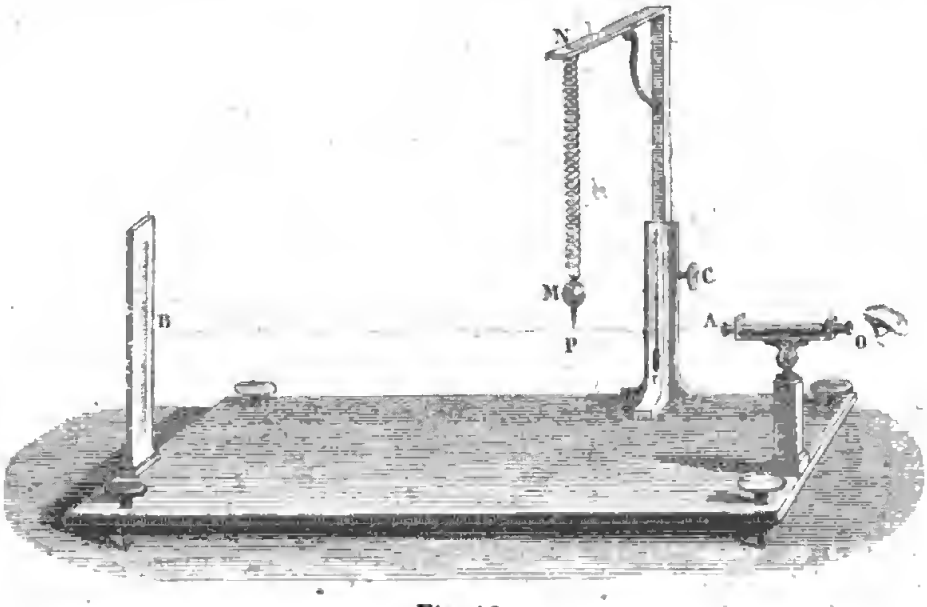

Fig. 18.

(N) di una molla metallica ravvolta a spira; ed al capo inferiore di questa si raccomandi una massa pesante (M), la quale porti sotto di sè una punta metallica (P). È chiaro che questo peso (M), quanto è più greve, tanto più in basso trarrà il capo inferiore della molla spirale. Nè è difficile concepire, come si possa con tutta esattezza misurare la distanza, che passa fra l'estremo della punta metallica e il piano sottoposto; o, se vuolsi, la lunghezza (NM) della spira. Basta a ciò, che sia in pronto un cannocchialetto (AO), e, ad una certa distanza, una scala (B), o regolo, contrassegnato come una biffa. Perchè,

guardando su qual numero (B) della scala risponda l'imagine della punta medesima, ogni volta che questo strumento viene trasportato in una diversa latitudine terrestre, si potrà verificare, se l'asse (NM) della molla conservi o no dovunque le medesime dimensioni. Or bene; prese tutte le precauzioni, affinchè non si scambino le variazioni di tal lunghezza pel variar del peso con quelle che potrebbero derivare o da cangiata temperatura, o da una qualsivoglia alterazione della molla medesima; si trova che realmente la molla, quando si reca verso l'equatore, si accorcia, e tanto più si distende, quanto si porta più verso i poli. Ma l'esperienze più esatte si fanno con un pendolo; cioè contando le oscillazioni che, a parità di tempo, si compiono in diverse latitudini. Di queste terremo discorso nella Parte matematica; ove tratteremo esprofesso del pendolo: per ora contentiamoci di sapere che con quest'ultimo metodo si può precisare, come un corpo, il quale ai poli pesa 194 libbre, all'equatore non ne pesa che sole 193. II. Oggidì la cosa medesima può dimostrarsi, direi quasi, *a priori*; cioè può dedursi dalla sua cagione; il che equivale a spiegarla. Conciossiachè per quella stessa ragione, per la quale non cade l'acqua da un secchio, che venga girato rapidamente per un circolo verticale; e per la quale la fune, a cui il secchio medesimo è appeso, viene stirata con molta energia; per la forza medesima, che si chiama *forza centrifuga*, tutti i corpi terrestri sono spinti a fuggire per la prolungazione del raggio di quella circonferenza, cui ciascun giorno percorrono in virtù della rotazione della Terra. Se la velocità, onde ciascun corpo compie questa rotazione medesima, fosse la stessa per tutti i corpi terrestri; tutti certamente sarebbero animati da una forza uguale, capace di spingerli lungi dalla Terra, o di diminuirne almeno il peso. Ma la velocità di rotazione (minima pei corpi posti in prossimità dei poli, e massima per quelli collocati sotto la linea equinoziale) varia colle latitudini. Inoltre la forza centrifuga aumenta colla velocità di rotazione: dacchè chi non sa che, se questa fosse piccola, cadrebbe l'acqua dal secchio, nell'atto che esso giunge nel punto più alto della circonferenza che percorre? e che invece, ove tal velocità fosse assai grande,

potrebbe svilupparsi una forza centrifuga atta ad infrangere una fune ben tenace? Per conseguenza questa stessa forza dovrà far diminuire il peso più ai corpi equatoriali, che a tutti gli altri. Ora conoscendosi la relazione che passa fra la velocità di rotazione, e la forza centrifuga, che se ne sviluppa; e sapendosi inoltre che un grave percorre all' equatore circa mille miglia romane, ossia mille e cinquecento chilometri, a ora; si è potuto calcolare di quanto debba diminuire il peso dei corpi per questa velocità: e si è ritrovato che di un solo duecentottantanovesimo. All'incontro la diminuzione del peso è in fatto assai maggiore, e precisamente un cennovantatreesimo. Dunque questa ragione prova bensì, che debba il peso diminuire colle latitudini; ma non spiega abbastanza la legge, tale quale è data dal fatto. Convien quindi ricorrere anche ad un'altra cagione, che finirà di spiegare e di dimostrare la legge medesima. III. Ove si ripensi che la Terra (come fu dimostrato nella Parte osservativa) è rigonfiata all' equatore e depressa ai poli, vien subito suggerita alla mente l'idea, che debba produrre una diminuzione di peso anche la maggior distanza dal centro terrestre, alla quale si rinvengono i corpi collocati all'equatore. E di vero, diminuendo la gravità (come abbiamo or ora dimostrato) nella ragione in cui cresce il quadrato della distanza dal centro della Terra, quel rigonfiamento del globo deve pure influire in qualche maniera sul peso dei corpi. Appena ciò fu pensato, che si chiamò in aiuto il calcolo; e si vide che la distanza maggiore, che passa fra il detto centro ed i corpi equatoriali, deve produrre una diminuzione di peso uguale appunto alla differenza, che scontrasi tra il fatto sperimentato, e il calcolo della forza centrifuga. Con che rimane dimostrata e spiegata ad un tempo la sovraesposta legge; e si à una nuova conferma sì della rotazione diurna, che della figura ellissoidale del pianeta da noi abitato.

IV. COROLLARII. Dalla prima legge si deducono due importanti corollarii.

1° Dunque il diverso peso specifico (I. 3°) non è che una diversa densità (**18.** I. 6°); così quello si scambia e sinonima con questa, e questessa si valuta da quello. Dappoichè è

certo che un medesimo corpo, conservando il suo peso, varia di densità col dilatarsi, col ristringersi, od espandersi; in guisa che un identico volume di un corpo medesimo pesa più o meno, a seconda che è più o meno compresso. *A pari* anche due corpi di diversa materia, e peso specifico diverso, poichè su di essi la gravità opera al modo medesimo (cioè non attrae più gli atomi dell'uno che quelli dell'altro), intanto avranno un peso diverso, in quanto sotto lo stesso volume conterranno un diverso numero di atomi, ossia avranno diversa densità. E però quello, che à peso specifico doppio, deve avere una doppia densità, e viceversa.

2° Anche la massa in un medesimo sito si misura, relativamente almeno, dal peso. Infatti, dacchè tutti i punti materiali o atomi di qualsivoglia ponderabile nel sito medesimo pesano ugualmente, in quel corpo certamente vi sarà un doppio numero di particelle ponderabili, in cui ritrovasi peso doppio; e così via dicendo. Il che vuol dire, che la diversità di peso (almeno nel sito stesso, o meglio nella stessa latitudine) è strettamente congiunta colla diversità di massa; ossia quella è proporzionale a questa, e ne dee dare almeno comparativamente la misura.

20. Porosità. Su questa proprietà generale dei ponderabili restano a dire alcune poche cose: e sono la sua grandezza, la spiegazione che se n'è tentata, e le sue applicazioni.

I. LEGGE. *Nei corpi ponderabili è più il vuoto che il pieno.* La porosità non è già poca cosa, come per avventura può sembrare a chi consideri un po' superficialmente, che essa deriva dai pori *insensibili*. Imperocchè tutti i corpi, ove se ne eccettuino pochissimi (e sono l'oro, l'iridio, il tungsteno, l'idrargiro) ànno un peso specifico minore della metà di quello del platino. Ora il peso specifico è la misura della densità (**19**. IV. 1°), ossia del numero maggiore o minore di particelle contenute sotto l'unità di volume di un corpo. Dunque quasi tutti i corpi, e perfino il piombo, costano di un numero di atomi inferiore alla metà di quello, che costituisce un pezzo di platino del medesimo volume. Per conseguenza, a voler anche supporre che il platino, densissimo com'è, sia privo di pori; tutti quasi i corpi ne ànno tanti, che, raccolti questi in somma,

si ottiene un'estensione maggiore di quella, che s'avrebbe, ove tutte le particelle pesanti, dalle quali i corpi medesimi risultano, fossero strettamente riunite insieme. Ma è poi vero, che il platino non abbia pori? Certo è, che col raffreddarlo, esso sempre vie maggiormente si ristringe; nè si sa a quanto bassa temperatura s'avrebbe a portare, perchè cessasse di contrarsi ulteriormente, impedito dalla impenetrabilità de'suoi atomi. Dunque nel platino medesimo debbono esservi certamente de'pori. E allora anche nei quattro corpi sopra eccettuati, che pesano molto meno del platino, sarà forse maggiore la somma delle cellule vuote della sostanza loro, che quella delle particelle pesanti: in altri termini, il vuoto supererà il pieno. Anzi può ragionevolmente sospettarsi per analogia, che avvenga eziandio nel platino ciò, che è indubitabile in tutti gli altri.

II. SPIEGAZIONI. 1ª Della porosità ancora non è stata proposta una spiegazione categorica. Tutto quello, che è stato pensato a questo proposito, si riduce ad ascriverla o alla figura ed impenetrabilità delle molecule, o al calorico, o a tutte e due queste cause riunite. Ed in vero, non sembra del tutto irragionevole supporre, che le molecule non sieno del tutto piene; ma quasi una specie di telai o di gabbie di forma cubica, tetraedrica, o prismatica, fornite di soli spigoli solidi senz'altro: oppure (come taluno imaginò) sferette vuote o palloncini, od invece cilindri accanalati. In tali ipotesi si concilierebbe la porosità col mutuo contatto delle particelle, e colla dilatabilità. Dacchè, sebbene queste molecole si toccassero per qualche punto, e però l'impenetrabilità impedisse loro di stringersi vie maggiormente insieme; ciò non ostante, essendo possibile in ciascuna sferetta, esempigrazia, uno schiacciamento ancora maggiore o minore, potrebbero dilatarsi o contrarsi a seconda delle varie loro temperature. Ma meno forzata, sebbene più lontana dalle idee volgari, si è la opinione, che riguarda le molecule ponderabili come tenute dal calorico a mutua distanza, e spesso anche molto lontane una dall'altra. In fine non sembra potersi riprendere il pensar di coloro, che per la spiegazione della porosità si rivolgono, sì all'azione dell'agente imponderabile, che produce le dilatazioni, sì alla figura ed impenetrabilità delle particelle.

2° Ma oltracciò da taluni si è pure domandato, se i pori dei corpi sieno in tutto o in parte vuoti, o se non sieno pieni di una qualche materia, almeno imponderabile, come la direbbero i moderni. Questa seconda opinione fu tenuta dalla scuola peripatetica, per la ragione che la Natura abborre il vuoto; dalla scuola cartesiana, perchè l'estensione, essendo l'essenza della materia, dov'essa è, v'è pur materia; da Leibnizio e Volfio, in grazia della perfezione del Mondo, la quale esclude il vuoto. Ancorchè ciò fosse vero, il che certo non provano le accennate ragioni, sempre esisterebbe la porosità, considerata come una proprietà della materia *ponderabile*. E ciò a noi basta; senza entrar più addentro in questa forse insolubile quistione.

III. SCOLII. Per mezzo della porosità si spiegano molti fatti; di alcuni dei quali faremo un cenno in altrettanti scolii.

1° Invocando la porosità s'intende come sia, che varii corpi, anche solidi e assai compatti, come l'oro e il diamante, contengano dell'aria.

2° Si spiega parimenti perchè in molti corpi s'internino dei fluidi, come avviene nei marmi, nei metalli; e perfino nelle pietre dure. Infatti si sa che l'idròfana, pietra silicea, ed opaca, nell'acqua s'inzuppa, e divien diafana.

3° Per molti corpi può farsi filtrare un liquido. E di fatto l'argento vivo trapassa un grosso legno; e l'acqua trasudò, sotto gli occhi degli Accademici del Cimendo, da una sfera cava d'argento.

4° La porosità dà ragione ancora del penetrare, che fanno nei corpi di qualunque dei tre regni, certe sostanze; le quali divenendo poi solide producono le così dette *petrificazioni*.

***21. Conclusione dell'Articolo.** — I. Ecco dunque che le particelle dei corpi, le quali ànno ricevuto dal Creatore una forza invincibile di escludere tutte le altre dal posto da loro occupato; e di conservare eziandio tali intervalli fra loro, che lo spazio da tutte insieme riempiuto è, nella più parte dei corpi, appena una piccola frazione del volume da loro costituito; esse medesime ciò nondimeno si attraggono mutuamente con una gravità talora sì enorme, che forza umana, per quantunque poderosa, non varrebbe il più delle volte a superarla. Ma questa stessa frattanto è vinta con gran-

de agevolezza per un leggero riscaldamento, ossia con una piccola quantità di calorico. Quante riflessioni non ci sarebbero qui suggerite sulla debolezza dell'uomo, e sulla Potenza del Creatore!

II. Ed ove si ripensi per poco ai vantaggi che derivano da queste proprietà, le quali a prima fronte sembrano oziose; come si può evitare di risentirne una viva impressione di gratitudine verso la Provvidenza Divina? Per non far cenno che della porosità, l'utilità della quale sembra meno palese, chi non rimane sorpreso al sentirsi annunciare la prima volta le conclusioni, a cui da calcoli, fondati sopra accurate osservazioni microscopiche, fu tratto il Leeuwenoek: che cioè sulla cute del corpo umano di mezzana statura sono disseminati non meno di un cinque mila milioni di forellini, o pori insensibili? E che questi non furon già buttati là a casaccio, quasi parti dimenticate; ma ànno bene il loro utilissimo ufficio? Dacchè vi à dei pori, chiamati *inalanti*, i quali, comunicando colle estremità delle esilissime ramificazioni dei vasi linfatici, trasportano colla circolazione del sangue le particelle, o salubri o insalubri, assorbite vuoi dall'atmosfera, vuoi dalle sostanze medicamentose applicate su qualche parte del corpo. E ve n'à degli altri, che diconsi *esalanti*, i quali da ogni punto dell'economia animale possono dar esito, per traspirazione cutanea, sensibile o insensibile, a quei *due ottavi* delle sostanze alimentari, che rimangono dopo i *tre*, che, secondo gli esperimenti di Seguin e Lavoisier, si perdono per traspirazione pulmonare; e dopo gli altri *tre ottavi*, che, per le sperienze del pazientissimo padovano Santorio (adattatosi a passare una parte della sua vita sopra una bilancia), soli servono alla nutrizione, e vanno per la maggior parte in escrezione. Basti questo esempio per convincerci, che la porosità medesima, nei corpi viventi almeno, non è mica accidentale, nè irregolare; ma è saviamente ordinata, in modo da adempiere a funzioni determinate, e raggiungere fini provvidentissimi per la nutrizione, e per la circolazione dei succhi, degli umori, e del sangue.

ARTICOLO III.

MUTAZIONI DI STATO.

22. Ebollizione e liquefazione. I. DEFINIZIONI. 1ª Non può essere ignoto a veruno che un liquido, (per esempio l'acqua) fortemente riscaldato si traduce in bolle di vapore; le quali, sollevandosi violentemente da ogni parte della massa del liquido, escono all'aria, e si diffondono nello spazio circostante. Or questo fenomeno appunto si denomina *ebollizione*.

2ª Ma il vapore, in che si converte un dato liquido, o è trasparente e perfettamente simile all'aria; e allora viene indicato vuoi col nome generico di *vapore* senza più, vuoi (più chiaramente) coll'appellativo *aeriforme*: oppure è men trasparente di quello che esso medesimo possa essere, e, ad onta che salga o nuoti nell' atmosfera, conserva ciò non ostante certi altri caratteri della liquidità (esempigrazia bagna); e allora si contraddistingue coll'appellazione di *vapore vescicolare*. Nome derivato da ciò, che esso, in tal caso, si considera come un insieme di tante vescichette o bollicine piccolissime (simili alle bolle di sapone), costituite da una pellicola sferica veramente liquida, ma ripiena o della sostanza stessa in istato decisamente aeriforme, o di aria assai rarefatta e leggiera.

3ª Se il vapore, in cui si è tramutato un certo liquido, cessi di possedere quella dose di calorico, che à dovuto acquistare per divenire un vero aeriforme, si traduce in vapore vescicolare. Ove si raffreddi anche vie maggiormente, ed inoltre sia sufficientemente compresso, ritorna liquido un' altra volta. Fenomeno che porta il nome di *liquefazione*. [1]

4ª Tempo fa si credeva che esistessero degli aeriformi veramente illiquefacibili; e si poneva quindi gran differenza fra quegli aeriformi, che furono creduti *stabilmente* tali, e quelli che possono liquefarsi. Quindi ogni aeriforme illi-

1 Nel caso che il vapore, in cui si è convertito un liquido bollente, venga raccolto in un vaso tenuto a bassa temperatura, e però ivi si liquefaccia; suol dirsi che si fa una *distillazione*: e l'apparato che si adopera a ciò, à nome *lambicco*.

quefacibile si distingueva col nome straniero di *gaz*, o *gas*, italianizzato posteriormente in *gasse*: l'aeriforme liquefacibile riceveva esclusivamente il nome di *vapore*. Ma dappoichè si è veduto, che alcuni aeriformi riputati veri *gassi*, coll'abbassarne la temperatura assai più di quello che si fosse fatto in antecedenza, e col comprimerli eziandio con maggior forza, possono liquefarsi essi pure; quella distinzione è divenuta falsa: e però i due vocaboli si son principiati ad usare promiscuamente come sinonimi, dicendosi spesso anche *gasse acqueo*. Più comunemente per altro il nome di *vapore* vien riserbato a quegli aeriformi, che *facilmente* si liquefanno; e seguitano a dirsi *gassi*, o *gaz*, o *gas*, tutti gli altri.

II. SCOLII. 1° Può anche avvenire che un solido si converta violentemente in aeriforme, senza passare per lo stato di liquidità. È noto che la polvere pirica, il carbone, ed altri corpi, riscaldati che sieno acconciamente, si convertono violentemente e (secondo tutte le apparenze) immediatamente in vapore. Tal fatto nel carbone si chiama *distillazione*: ed è per mezzo di esso, che si fa il gasse dell' illuminazione. La combustione del legno, dello zolfo e in genere dei corpi solidi combustibili, non à un nome speciale. Ma la combustione è un fenomeno chimico, del quale ci occuperemo nel Capo III della presente Sezione. Adesso invece passiamo alle leggi dell'ebollizione.

2° Relativamente alle quali leggi è utile premettere un'avvertenza. Vedremo a suo luogo, che l'atmosfera esercita una pressione, la quale trattiene l'ebollizione; e che questa pressione medesima è variabile. Or bene: qui supponiamo, che i liquidi bollenti sieno sottoposti o ad una pressione qualunque, ma costante, cioè sempre la stessa; o a quella la quale si considera come normale, e si assume uguale alla pressione, che potrebbe fare una colonna d'idrargiro alta 76 centimetri.

III. PROPOSIZIONI. 1ª *L'ebollizione non comincia che ad una temperatura determinata, la quale è diversa nei diversi liquidi; ma è sempre la stessa pel liquido medesimo.*

Dimostrazione. A convincerci della verità di questa proposizione, non si à a far altro che introdurre dei termometri nell'acqua o in qualsivoglia altro liquido bollente; e si vedrà che l'idrargiro o l'acquarzente sale sempre sullo stesso grado

della scala, quando trovasi nel medesimo liquido che sta bollendo: non così se sia immerso in liquori differenti. La quale esperienza, ove sia fatta quando le pressioni, alle quali può andar soggetto il liquido, rimangono stabilmente le medesime, ritorna con tale costanza, che non ci lascia verun dubbio sulla verità della esposta proposizione. Ed è su questa che poggia la comparabilità dei termometri; nei quali uno dei due punti fissi è il livello, a cui giunge il liquido portato alla temperatura dell'acqua bollente.

2ª *Qualunque sia la intensità della sorgente calorifica, durante tutto il tempo della ebollizione, la temperatura del liquido rimane costante.*

Dimostrazione. Questa legge è stata dimostrata tenendo dei termometri immersi o nel liquido bollente, o nel vapore che si solleva da esso. Dappoichè, quando non vi è ragione di dubitare della costanza della pressione sofferta dal liquido (il che supponiamo), il livello dei termometri rimane immobile al medesimo grado della scala, finchè dura il bollimento.

3ª *Più è grande la pressione, che soffre un liquido, e più è alta la temperatura, a cui bisogna portarlo, affinchè bolla.*

Dimostrazione. 1. Egli è certo che se un vase si empisse d'acqua, e poi si chiudesse ermeticamente e fermamente; e quindi si esponesse al fuoco con entro il bulbo di un termometro, il cui cannellino riuscisse all'esterno; si vedrebbe allora sollevarsi il livello del termometro, anche molto sopra a quello (80° R., o 100° C.) dell'ebollizione. E intanto il liquido non cangierebbe stato. Ma la dimostrazione riesce più piena, se la sperienza si conduca nella seguente maniera. Premettiamo che, sia perchè il vase non fu, prima dell'esperimento, ben empiuto di acqua, sia perchè la dilatazione del vase medesimo, per l'innalzata temperatura, lascia un qualche spazio vuoto sopra l'acqua, dovrà di necessità avvenire che questo spazio medesimo si riempia di vapore. Il quale eserciterà tanto maggior pressione, quanto ne sarà più alta la temperatura: e ciò sì per la sua maggior tendenza a dilatarsi, come per la maggior sua quantità e compressione. Anzi questa pressione medesima potrà diventare così veemente, da mandare in pezzi un recipiente, che non sia assai tenace,

e lanciarne intorno i frantumi con grave pericolo degli astanti. Ciò premesso, si faccia che nel coperchio del vase (fig. 19.) sia praticato un foro (*o*) leggermente conico, e questo abbia un turacciolo (*u*) ugualmente conico. Ed affinchè la forza, che fa questo turacciolo medesimo, sia variabile; esso venga premuto sulla detta apertura conica per mezzo di un braccio di stadera (AB) caricato del suo romano (R). Così, recando questo romano quando più quando meno vicino al punto (P) che porta il turacciolo (*u*), verrà opposta al vapore, che vi si forma sotto, una resistenza ora maggiore ora minore; il che equivale a fargli soffrire pressioni diverse [1]. Or bene: con questo apparato si vede, per mezzo del termometro (T), che la temperatura del liquido, quando principia a bollire e ad uscire (per *u*), s'innalza o s'abbassa, a seconda che le pressioni, cui soffre, sono maggiori o minori. Il che è naturalissimo; perchè tal cangiamento di stato importa un aumento grandissimo di volume: il quale aumento, nel caso di un recipiente pieno d'acqua e chiuso affatto, non può aver luogo; e quindi il liquido è costretto a rimanersi nel suo stato di liquidità, riscaldandosi intanto assai al di sopra del consueto grado di bollizione. Nel caso poi che il vaso, assolutamente parlando,

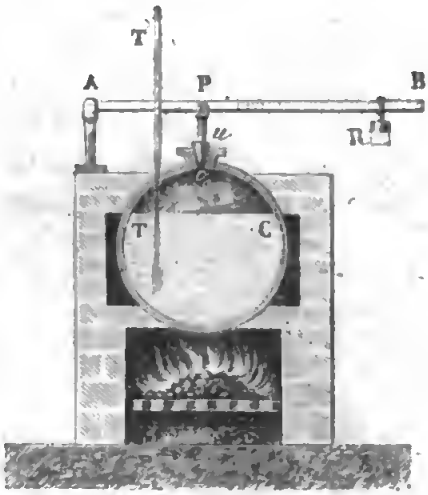

Fig. 19.

1 Il turacciolo sopra descritto, di cui al presente è fornita ogni caldaia o pentola chiusa, destinata allo svolgimento del vapore, si chiama *valvula di sicurezza*. E giustamente: dacchè, ove si conosca quanta sia la pressione, che può sopportare un dato recipiente senza pericolo di rottura, si porta il romano sopra quel numero della stadera che indica un peso o pressione alquanto minore, e questo salva il vaso dalla frattura. Perchè, prima che il vapore acquisti la forza di spezzare il vase, già è vinta la resistenza del romano e della valvula; ed esce all'aperto tutto quel vapore che è necessario che esca, affinchè la condensazione e la pressione del residuo sia riportata nei giusti limiti.

possa aprirsi, ma a condizione che sia vinta una forte resistenza; l'aumento di volume, che accompagna il cangiamento di stato, è reso, se non impossibile, almeno più difficile. Perchè la pressione maggiore, sofferta da quel poco vapore che si vien formando, non può essere vinta che da una più energica forza dilatatrice; vale a dire da vapore dotato di più alta temperatura[1]. II. La stessa legge si avvera, quando il liquido soffre pressioni minori dell'ordinario. Allora la temperatura, alla quale esso principia a bollire, è più bassa del solito [2]. Infatti si prenda un recipiente (fig.21.) di vetro (R), e vi si faccia bollire dentro dell'acqua: e quando si giudica, che il vapore svoltosi nel bollore abbia cacciata dal vaso tutta l'aria, di cui era pieno, si chiuda ermeticamente, e si capovolga. Allora, con una sponga (S) inzuppata in acqua assai fredda, si pro-

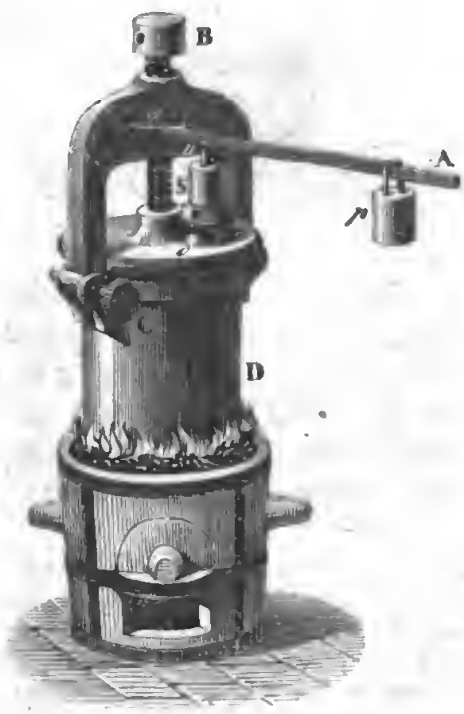

Fig. 20.

1 Su questo principio è fondata la così detta *pentola papeniana*, o *digestore di Papin* (fig.20.). Si chiama *digestore*: perchè con questo vase l'acqua può recarsi a temperatura talmente alta da poter estrarre dalle ossa la gelatina. Si aggiunge *di Papin*: perchè tale è il nome del suo inventore. Questo vase (D) è costruito in modo, che per mezzo di una vite di pressione (B), il suo coperchio (C) viene mantenuto strettamente aderente all'orlo: ad onta che nell' interno del recipiente quel poco vapore, che per avventura vi si forma, eserciti una grande pressione per sollevarlo.

2 Sembra accertato, che influisca sulla temperatura di bollizione anche la qualità della materia, di cui è formato il recipiente, che contiene il liquido. Infatti, per far bollire l'acqua in un vaso di vetro, bisogna innalzare questa ad una temperatura un grado più alta di quella, che sarebbe necessaria per farla bollire in un vaso di metallo. Il fatto si suole attribuire all'adesione maggiore o minore del liquido alle pareti del recipiente.

Google

curi di raffreddare le pareti del recipiente, affinchè il vapore che lo riempie, si tramuti in liquido. Si vedrà che dapprima il bollimento cessa; ma poi al formarsi del vuoto, cioè al cessar quasi della pressione sofferta dal liquido, riprincipia a ricorsoio. Può dunque asserirsi che ogni liquido entra in bollore, quando la temperatura gli conferisce una tensione di dilatazione uguale alla pressione che soffre.

23. Evaporazione. — I. Definizioni. 1ª Non solamente un liquido si converte in vapore *violentemente* e *in tutta la sua massa*, ossia per ebollizione; ma più spesso solo lentamente, ed unicamente alla superficie superiore. Questo passaggio dicesi *evaporazione*.

2ª Certi vapori come l'etere solforico, l'acquarzente, ed anche l'acqua, sono molto adatti ad evaporare; non così altri, come sarebbero gli olii grassi. E però quelli si chiamano *volatili*, e questi *fissi*.

3ª Vi sono poi dei corpi solidi, per esempio il ghiaccio, la canfora, l'arsenico, i fiori, i quali evaporano lentamente, senza passare prima visibilmente alla liquidità. Questo genere di vaporazione à nome *esalazione*: e i vapori, che se ne ottengono, diconsi *effluvii*.

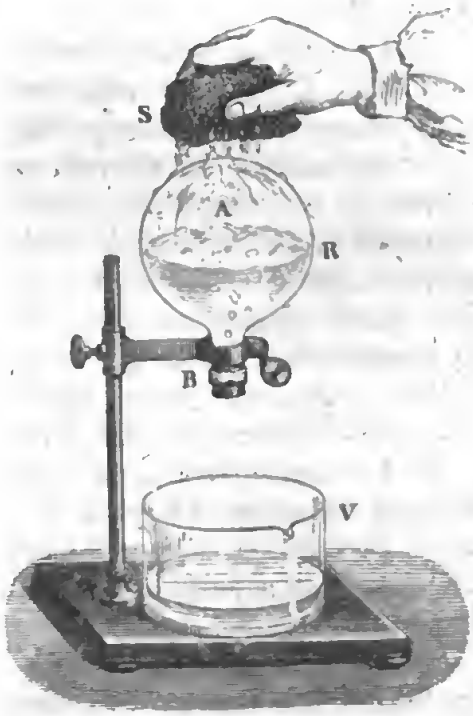

Fig. 21.

II. leggi. 1ª *Sebbene l'evaporazione non richieda, come l'ebollizione, una straordinaria temperatura, ciò non ostante essa si accelera col riscaldare sensibilmente il liquido.* Infatti prima che il liquido bolla, l'evaporazione si va facendo sempre più rapida, e finalmente si manifesta apertamente con un fremito assai sensibile, e con fumo copioso; il quale ordina-

riamente non è che vapore vescicolare. E per converso l'evaporazione diviene affatto insensibile, anzi sembra cessare, ove la temperatura di un liquido (specialmente se questo s'a fisso) venga ad abbassarsi sotto un certo limite, il quale è vario pei diversi liquidi.

2ª *L'evaporazione in un dato spazio chiuso non è indefinita.* Imperocchè, ponendo un liquido volatile sotto una campana, nei primi momenti l'evaporazione è celere; ma poi questa si rallenta, e finalmente cessa del tutto. Allora si dice che lo spazio è *saturo*, o che esso è giunto al suo *punto di saturazione.*

3ª *Il punto di saturazione s'innalza o si abbassa colla temperatura.* È un fatto assai facile a verificare, che quando in un dato spazio chiuso sia evaporata tant'acqua da saturarlo, e l'evaporazione sia rimasta sospesa, questa può farsi riprincipiare di bel nuovo col riscaldare lo spazio stesso. Come all'incontro, col tener più freddo del solito lo spazio sovrapposto al liquido evaporante, l'evaporazione cessa; quando non si è ancora consumata tutta quella quantità d'acqua, che, sotto la temperatura ordinaria, suole disperdersi in vapore.

III. COROLLARII. Dalle leggi dell'evaporazione, e dalla sua stessa definizione possono trarsi i seguenti corollarii.

1° L'evaporazione si accelera col distendere il liquido in una più ampia superficie. E di vero, poichè l'evaporazione non si fa in tutta la massa del liquido, come la bollizione, ma alla sua sola superficie superiore libera (cioè in contatto coll'aria), è evidente che quanto questa sarà più ampia, e tanto (a parità di condizioni in tutto il resto) sarà in ciascuna unità di tempo più copiosa l'evaporazione medesima.

2° L'agitazione dell'aria promuove l'evaporazione. È chiaro che per mezzo dell'agitazione l'aria viene a rinnovarsi in uno spazio aperto. Quindi è che, per l'agitazione stessa, all'aria o satura o impregnata di molto vapore, se ne sostituisce della asciutta, o almeno della non satura: e però l'evaporazione, che fors'era sospesa, o che continuava assai lentamente, allora riprincipierà, oppure ripiglierà vigore e celerità.

3° L'umidità dell'aria dee valutarsi non dalla quantità assoluta di vapor acqueo commisto all'aria; ma sì dal rapporto, che

passa fra questa quantità medesima e il punto di saturazione. Imperocchè è cosa assai nota, che allora diciamo l'aria più umida, quando maggiormente risentiamo gli effetti dell'acqua commista ad essa in istato di vapore: ossia quanto maggiore è la quantità di acqua che, per abbassamento o generale o parziale (vale a dire in un piccolo spazio determinato) del punto di saturazione, viene a depositarsi sul nostro corpo, o sugli oggetti che ci circondano. Ora questa quantità non dipende dalla copia *assolutamente* maggiore o minore del vapore, che si ritrova nell'aria; ma bensì da questa *in relazione* a quella, che dovrebbe esservi contenuta per saturarla. Dappoichè l'ambiente quanto è più prossimo allo stato di saturazione, tanto più abbondantemente dà o cede il vapore che contiene; ogni volta che le mutate sue condizioni (cioè l'abbassamento della sua temperatura pel contatto di un qualche corpo freddo) ve lo costringano.

IV. SCOLII. 1° È convenzione ricevuta che l'umidità di un ambiente saturo venga rappresentata dal numero 100. E però 1, 2, 3,.... gradi di umidità non significano altro che uno, due, tre,.... centesimi di quella quantità di vapore, che sarebbe necessaria a saturare un determinato ambiente, sotto le condizioni attuali della sua temperatura e densità.

2° La misura dell'umidità à non piccola rilevanza scientifica. Non già tutta quella che le accordava la Fisica antica; la quale su quattro cose, cioè caldo, freddo, umido, e secco, poggiava tutte le sue spiegazioni dei fenomeni terrestri; e ad esse, non che ai quattro elementi, mirava come a quattro punti cardinali della scienza. Ma il conoscere e valutare l'umidità dell'aria, quando avvengono certi grandi fenomeni, e quando tentiamo alcune delicate sperienze, ci può essere di grande aiuto per dar ragione di molte varietà di quelli, e per non iscambiare in queste la cagion vera con una sua condizione forse passeggiera ed eccezionale. Or bene: fra i tanti strumenti, destinati a misurare i gradi della umidità di un dato ambiente (che è comunemente l'aria), i più usitati, e però i più interessanti, sono due: il così detto *igrometro a capello*, ed il *psicrometro*. Ne daremo una succinta descrizione nei due successivi scolii.

3° L'*igrometro a capello*, inventato da Saussure, è fondato sulla proprietà, che ànno i capelli, non solo di inzupparsi facilmente come fanno varie altre sostanze (dette perciò *igrometriche*), ma precisamente di distendersi ed allungarsi per l'umidità, ed invece di accorciarsi nell'aria asciutta. Il capo superiore (fig. 22.) di un capello (*c*) è fissato ad una pinzetta (*a*), e può, per mezzo di un braccio metallico (portante la pinzetta medesima e fatto a madrevite) sollevarsi od abbassarsi a piacere: ed il capo inferiore del capello medesimo è ravvolto, e fermato intorno ad una delle due scanalature di una carrucoletta (*o*). Questa porta un indice, il quale al volgersi della carrucola può scorrere sopra un quadrante; e tiene pur ravvolto all'altra sua scanalatura un filo, che termina con un pesetto (*p*). Quando l'aria o l'ambiente (qualunque esso sia) si inumidisce, il capello si allunga; allora il peso (*p*) fa piegare l'indice in basso, cioè verso il 100° della graduazione del sottoposto semicerchio graduato: quando invece l'aria va divenendo alida, il capello si abbrevia, e fa volgere la carrucoletta; e così l'indice sale verso lo 0°. Per registrare acconciamente lo strumento il capo superiore del filo è portato a tale altezza, che l'indice rimanga sullo 0°, quando l'aria è secchissima, e vada precisamente al 100°, quando lo strumento sta immerso in un ambiente saturo di umidità. Si noti per altro, che l'umidità media, fra la secchezza perfetta e la saturità, non è segnata dal 50°, ma da circa 70°, come fu dimostrato da Gay-Lussac, da Regnault, e da Melloni: e che anzi ognuno di questi strumenti, poichè dà indicazioni varie secondo l'origine, e la finezza del capello, deve essere corredato di una propria *tavola di correzioni* stabilita dietro accurate sperienze.

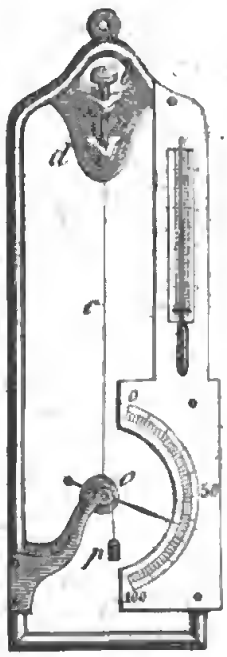

Fig. 22.

4° Il *psicrometro* è fondato sulla legge (la quale sarà dimostrata e spiegata in altro luogo) che un termometro, quando sia

tenuto bagnato, mostra una temperatura tanto più bassa di quella che domina in un dato ambiente, quanto questo ambiente medesimo è più asciutto. Per la qual cosa questo strumento (fig. 23.) è formato di due termometri (T, T′), uno dei quali (T) è tenuto continuamente bagnato: perchè è vestito di una pezzetta di tela, la quale pesca in un sottoposto vasello (B) di acqua. Affinchè poi questo vasellino sia sempre pieno d'acqua, esso è sormontato da un largo tubo (AB) di vetro, munito superiormente di una chiavetta (C) e di un imbutino. Si empie da principio questo tubo di acqua, la quale, purchè la chiavetta chiuda ermeticamente, (per ragioni che esporremo nel seguente Capo) non si riversa al di fuori; ma discende nel vasetto quando tutta l'acqua, che era in questo, è salita a bagnare la camicia del termometro (T), o si è perduta per avaporazione nell'aria. Or bene: questi due termometri non potrebbero dare la medesima indicazione (ossia il loro mercurio non potrebbe ritrovarsi nel medesimo grado di dilatazione) se non nel caso, in cui l'ambiente fosse saturo di umidità: in ogni altro caso, l'idrargiro del termometro bagnato (T) sarà tanto men dilatato di quello dell'altro (T′), quanto l'aria ambiente è più asciutta. Questo apparato si deve ad August; ma la prima idea fu di Leslie, il quale l'attuò col suo *differenziale*, che abbiamo già descritto. A chiunque non debba occuparsi per professione delle osservazioni meteorologiche, basterà di sapere (senza che occorra di darne la dimostrazione) che esiste una formula, per la quale ad ogni indicazione

Fig. 23.

dei due termometri, si può determinare con sufficiente precisione il grado di umidità dell'atmosfera.

23. Fusione, soluzione, e solidificazione. Il più importante a sapersi, relativamente ai passaggi dei corpi di solidi in liquidi, e di liquidi in solidi, consiste in alcune definizioni nominali, in due proposizioni sulla fusione e solidificazione, ed in poche leggi intorno alla soluzione.

I. DEFINIZIONI. 1ª Sanno tutti che il ghiaccio, lo zolfo, i metalli, il vetro, riscaldati che sieno fortemente, si liquefanno. Questo fatto si appella *fusione*.

2ª Si chiamano *refrattarii* i corpi che difficilmente si fondono, come avviene del platino; e *fusibili* gli altri.

3ª Si dà nome di *soluzione* al liquefarsi dei corpi solidi col solo infonderli in un certo liquido: come è notissimo che accade al sale ed allo zucchero nell'acqua.

4ª Se col riscaldare un solido si ottiene di fonderlo, per converso il liquido ottenuto da tal fusione, col lasciarlo raffreddare, si riconsolida. Questo fatto si chiama *solidificazione asciutta*.

5ª Parimente lasciando evaporare il liquido, che sciolse un solido, si ottiene di nuovo il solido medesimo; ossia avviene ciò che porta il nome di *solidificazione umida*. Per esempio, il risultato dell'evaporazione dell' acqua marina è il sale comune, quello dell'acqua mischiata ad acido nitrico (la quale filtra e geme per le volte di certe grotte) sono le stalattiti, o le stalagmiti, ossia gli alabastri.

6ª Talvolta la solidificazione può aversi dai vapori, che sollevandosi di sopra al liquido, si sono depositati sull' orlo, a cagion d'esempio, del vaso, che contiene il liquido medesimo. Allora si dice essere avvenuta una *sublimazione*.

7ª E invece la solidificazione vien chiamata *precipitazione*, se il solido si forma nell'interno del liquido, sia o non sia caduto il solido al fondo del recipiente.

II. PROPOSIZIONI. 1ª *Tutti i corpi entrano in fusione ad una temperatura determinata, ed invariabile per ciascuna sostanza: la quale non può essere da loro perduta, senza che di nuovo si solidifichino.*

Dimostrazione. I. Si prenda del ghiaccio triturato, e collocatovi fra mezzo il bulbo di un termometro, si esponga ad

un moderato calore. Aspettando che i movimenti dell'argento vivo cessino, si ritroverà che il livello di questo si ferma in ogni occasione alla medesima altezza; che è quella appunto, alla quale, come abbiamo già (18. V. 4°) annunziato, si segna zero nei termometri ordinarii. Se invece il termometro venga collocato in mezzo a dei frantumi di un metallo, esempigrazia stagno, si vedrà che (a pressione costante) ogni volta che questo si fonde, il termometro segnerà il grado medesimo, cioè 220° circa. Del resto è cosa conosciutissima, che il calore, capace di far fondere un dato corpo, non è sufficiente a fondere qualunque altro. II. Con esperimenti analoghi si vede che la solidificazione, di regola generale, [1] si produce per ciascun corpo ad una temperatura fissa, che è appunto quella della fusione. In questo senso, che ove la temperatura del liquido scenda poco più che niente sotto il grado della sua fusione, esso si soliderà.

2ª *Qualunque sia l'intensità della sorgente calorifica, dal momento, in cui la fusione comincia, la temperatura cessa d'innalzarsi; e rimane costante, finchè la fusione non sia interamente compiuta: accade altrettanto per tutto il tempo della solidificazione.*

Dimostrazione. Anche questa legge è stata dimostrata coll'osservare accuratamente la temperatura dei termometri tenuti, col loro bulbo, immersi vuoi nel liquido che si ottiene dalla fusione di un solido qualunque, vuoi nel solido medesimo che si sta struggendo, o si converte in liquido.

III. LEGGI. 1ª *Le qualità di solubile e di solvente sono del tutto relative.* Dacchè non tutti i liquidi ànno la medesima attitudine a sciogliere un determinato solido: o, in altri termini, non tutti i solidi sono colla stessa facilità sciolti in un dato liquido. L'acqua, a cagion d'esempio, scioglie bene i sali; ma non le resine, nè i metalli: l'acquarzente scioglie bene le resine: l'acqua stessa, se è pura, è poco atta a sciogliere

1 Può avvenire che l'acqua discenda sotto zero, senza che per questo si aggeli. Anzi, purchè essa venga preservata con poco olio dall'agitazione dell'aria, diverrà liquida a — 15° o — 20° del centigrado. Allora per altro basta a congelarla un leggier tremito, o un corpicciolo che vi cada in mezzo.

il marmo; ma commista ad acqua forte lo scioglie assai bene: l'acqua forte scioglie i metalli, meno l'oro e il platino: e l'oro è sciolto dall'acqua regia. Il che dà a divedere che la soluzione è fenomeno di ordine più chimico che fisico.

2ª *La soluzione non è indefinita.* Giacchè quando una certa quantità di liquido à sciolto una determinata massa di un tal solido, già non ne scioglie più. Ed è allora che quel liquido si chiama *saturo*: e vuol dirsi, che esso è giunto al *punto di saturazione.*

3ª *Il punto di saturazione dei liquidi s' innalza o si abbassa colla temperatura.* Infatti potrà bensì talora avvenire, che un liquido quando è più caldo sia men capace di sciogliere un certo solido, e però divenga saturo più presto dell'ordinario, solo perchè si ritrova a più alta temperatura; ma questa è la eccezione, non la regola. La regola è, che la virtù solvente dei liquidi aumenta col riscaldarli, e diminuisce col raffreddarli. E per dirlo colla frase di uso, il punto di saturazione s'innalza nel primo caso, nel secondo si abbassa.

24. Spiegazione di alcune meteore. Prima di chiudere questo Articolo, daremo in altrettanti scolii le spiegazioni dei venti irregolari, e di alcune idrometeore; dacchè questi fenomeni avvengono appunto in virtù delle leggi, che presiedono ai cangiamenti di stato.

I. SCOLII. 1° La *nebbia* allora si forma, quando l'aria, essendo satura di vapore acqueo in istato veramente aeriforme, non ne può più contenere. Un'altra condizione di questo fenomeno si è che il suolo, o l'acqua da cui si solleva l'evaporazione, abbia una temperatura più alta di quella dell'aria sovrapposta. Infatti la nebbia non si forma mai colà, dove l'aria è molto calda e secca; ma si solleva invece in abbondanza dall'acqua bollente, e nell'inverno si forma anche nell'alito della respirazione. Ecco il perchè le nebbie sono frequenti e folte, specialmente al tramontar del Sole, nei paesi nei quali il suolo è umido e caldo, e l'aria è parimente umida, ma fredda. Sono rinomate le nebbie dell'Inghilterra, le cui coste sono bagnate dal mare, che si trova ad una temperatura più alta di quella dell'atmosfera. Come pure le nebbie abbondano e sono più dense in Autunno; e sopra ai laghi ed

ai fiumi, nei quali avanti al levar del Sole, l'acqua è più calda dell'aria.

2° Le *nubi* altro non sono, che ammassi di nebbia collocati più in alto, perchè più leggieri. Il che si fa manifesto a chiunque da una valle, nella quale è sereno, salga su di un monte che apparisce coronato di nuvole: poichè esso, giunto che sia colassù si ritroverà dentro la nebbia, e fors'anco sopra di essa; e però di nuovo a ciel sereno. Si comprende ora come le nubi possano sparire e ricomparire senza diminuzione od aumento di vapor acqueo, ma pel solo innalzamento o abbassamento di temperatura. È sufficiente che una corrente d'aria fredda passi per uno spazio assai carico di vapore, perchè questo si condensi, e di aeriforme si tramuti in vescicolare. In generale può dirsi, che le nubi si formino per l'incontro di due correnti d'aria; l'una fredda, e l'altra calda, ma pregna di molto vapore. E qui è bene sapere come i più moderni Fisici non ammettono, che la nebbia e le nuvole sieno costituite da vescichette di acqua (veramente liquida) ripiene di aria calda; ed invece ritengono, non senza fondamento, che esse sieno formate da goccioline di acqua estremamente piccole, le quali possano nuotare nell'atmosfera non precisamente per la propria leggerezza, ma per la spinta che ricevono dalle correnti ascendenti d'aria assai calda: in quella maniera, in cui le polveri leggiere sono innalzate dai venti. Nè fanno opposizione a codesta teorica le nubi *parassite*, che sembrano dimorare lungamente immobili sopra una montagna. Poichè tale immobilità può essere solo apparente: dominando spesso verso la sommità del monte un forte vento, il quale condensa i vapori a mano a mano che s'innalzano dal lato del monte, e poscia ne li allontana dissipandoli in un'atmosfera più calda. Questo asserisce di aver veduto da sè più volte sulle Alpi Saussure.

3° La *guazza* si spiega agevolmente. Nei siti umidi, e specialmente in prossimità di laghi, di stagni, di fiumi, ascende molto vapor d'acqua durante il giorno, per l'alta temperatura dell' atmosfera: ma al sopravvenir della notte, o all'abbassarsi della temperatura per qualche causa accidentale, il punto di saturazione dell' aria si abbassa; quindi i vapori si con-

Digitized by Google

densano e si riuniscono in piccolissime stille e cadono in pioggia insensibile, sebbene il cielo sia sereno. E questa appunto è la guazza (che i Francesi chiamano *serein*, e a loro imitazione varii Italiani dicon *serena*), la quale dà chiara spiegazione della *rugiada*.

4° Anche la *pioggia* è facile a spiegarsi. Diminuendo la temperatura delle nuvole per l'incontro di spazii freddi, le loro molecole si riuniscono, si liquefanno, e formano delle goccie tanto pesanti, che non potendo più sostenersi nell'atmosfera sono obbligate a cadere; e quindi la pioggia. Colla differenza che, se questa condensazione e liquefazione dei vapori si faccia con molta lentezza, si à il fenomeno della *pioggerella* o *spruzzaglia* poco dissimile dalla guazza; se poi accada assai celeremente ed abbondantemente, succede ciò che chiamasi un *acquazzone* o un *rovescio*.

5° Ma come si forma la *neve*? Quando la temperatura di quelle regioni dell'atmosfera, nelle quali si trovan le nubi, discende sotto zero, i vapori costituenti le nubi medesime si condensano e solidificano; conformandosi, se l'aria sia calma, in tante stellette esagone, o *prismetti esaedri*, e sempre specificamente assai leggiere; anzi spesso ben dieci volte men pesanti dell'acqua. Or bene: queste, incontrandosi a vicenda, si riuniscono in fiocchi, e discendono lentamente al suolo.

6° *Il nevischio* non è molto dissimile. Imperciocchè se la temperatura in alto sia molto bassa, i vapori si congelano più sodamente, formando dei piccoli granelli inviluppati talora di ghiaccio; i quali cadono con una certa velocità sotto quell'aspetto, in cui si chiamano appunto *nevischio*.

7° Il *gelicidio* proviene da ciò, che l'acqua di pioggia, cadendo su terreno assai freddo, si aggela; e così ricuopre il suolo con quella sottil crosta di ghiaccio, che noi diciamo *gelicidio*.

8° La *grandine* si forma, quando le grosse goccie d'acqua nelle regioni stesse dell'atmosfera si riconsolidano in masse più o meno grosse, e consistenti. Ma di questa meteora, spesso assai voluminosa e sempre funesta alle vigne o alle biade, torneremo a discorrere nella Sezione seconda.

9° Finalmente quanto ai *venti irregolari*, principio dal far av-

Digitized by Google

vertire come, ad ogni pioggia che cada, si deve formare nell'atmosfera un vuoto immenso. Perocchè quel vapore così rarefatto, che è capace di restare sospeso assai in alto, e che però occupa un grandissimo spazio, tutto ad un tratto viene a condensarsi in goccie liquide, le quali in proporzione ànno un piccolissimo volume. Infatti, se si suppone che il vapore abbia soli 10° di temperatura, liquefacendosi si ristringe in uno spazio, che (come asserisce Pouillet) è cento mila volte più angusto. Ond'è che quell'acqua, la quale si è veduta talora, specialmente nelle regioni equatoriali, cadere sopra un'estensione uguale a circa mezzo milione di metri quadrati, e la quale è stato comprovato essersi elevata nel pluviometro di ben 27 millimetri in un'ora, quand'era vapore si sollevava per uno spazio cento mila volte più grande, ossia all'altezza di due mila e settecento metri. Or questo spazio dee venir subito riempiuto dall'aria, in forza della sua espansività. Quanto dunque non deve essere grande l'agitazione dell'atmosfera, durante tutto il tempo, che l'aria, prossima al luogo in cui si è formata la pioggia, corre a spandersi in questo? Anzi essa dee eccitare una grande scossa, o colpo di vento, se la pioggia sia stata subitanea e copiosa così, da lasciar vuoto in un'ora uno spazio uguale a mille trecento cinquanta milioni di metri cubi.

*II. Sui passaggi dei corpi di uno in altro stato rimangono a dirsi varie altre cose, le quali troveranno il loro posto nel Trattato del calorico; dappoichè è in questo che si stabiliranno le nozioni necessarie ad intenderle. Frattanto ci sia permesso aggiungere un'osservazione. Sebbene ogni movimento, ogni trasformazione, ogni alterazione, ogni corrompimento, ogni combinazione, ogni nascita, ogni morte ci annunci incessantemente, che non vi à cosa in Natura la quale non sia soggetta a cambiamento; pur non di meno questo passar continuo e facilissimo dei corpi da uno stato ad un altro ci manifesta anche più eloquentemente la mutabilità delle cose create. Son questi altrettanti ricordi della contingenza, imperfezione, e caducità delle cose di quaggiù. Iddio solo è immutabile, eterno, perfettissimo.

CAPO SECONDO.

PROPRIETA' PARTICOLARI DEI CORPI.

25. Partizione di questo Capitolo. — Nel Capitolo antecedente, fatto il novero delle principali proprietà, che spettano ai ponderabili, non in quanto sono costituiti da tale o tale altra sostanza, ma in quanto appartengono piuttosto ad uno stato che ad un altro; e quindi distinte e separate le proprietà che spettano a ciascuno stato, ossia le generali, dalle particolari, cioè da quelle che non si rinvengono che in qualche stato solamente; abbiamo fatto uno studio speciale delle proprietà generali, e delle leggi che presiedono ai passaggi dei corpi di uno in altro stato, le quali riguardano la mutabilità di stato, che è appunto una proprietà generale dei ponderabili. Conviene pertanto che ora passiamo a trattare delle proprietà particolari. Ma innanzi tratto si avverta, che tutte quelle proprietà, le quali spettano solo a qualche stato dei corpi, se non sono le caratteristiche (**15.** I. 2°) dei singoli stati, sono certamente dipendenti dalle caratteristiche medesime o una varietà di queste. La qual cosa diverrà manifestissima nel corso della trattazione, che intraprendiamo. Per ora basti averla qui asserita per comprendere, che dunque tutto il discorso delle proprietà particolari s'aggira naturalmente sopra tre temi principalissimi; e sono la caratteristica dei solidi, quella dei liquidi, e quella dei vapori. Per la qual cosa il presente Capo verrà diviso in tre Articoli. Si tratterà nel primo della coesione, della fluidità nel secondo, nel terzo della elasticità.

ARTICOLO I.

COESIONE.

26. Proprietà dipendenti dalla coesione. — Prima d'ogni altra cosa, fa d'uopo distinguere le varietà, che offre la coesione dei corpi, e le denominazioni adottate a rappresentarle.

I. DEFINIZIONI. 1° Alcuni solidi, come tutti sanno, pos-

sono facilmente impastarsi, o essere modellati, cioè stabilmente trasformati. Essi si dicono *molli*; e *mollezza* s'appella questa loro proprietà. Sono molli la creta umida, la cera calda, ed anche il piombo.

2ª La proprietà opposta è chiamata *sodezza* o anche *durezza*; e *sodi*, e più spesso *duri*, sono detti i corpi che la posseggono. Entrano in questa categoria tutti i marmi.

3ª Ma la mollezza prende diverse denominazioni a seconda della diversità dei mezzi, coi quali si può ottenere la trasformazione dei corpi. Si dice *malleabilità* la mollezza di quei corpi, che possono trasformarsi agevolmente sotto i colpi del martello: come accade nel piombo, e nel ferro rovente.

4ª Si denomina *duttilità* la mollezza di quelli, che possono essere ridotti in lastre assai fine, o in fili sottili, col farli trapassare vuoi tra i due cilindri di un laminatoio [1], vuoi pei fori di una filiera [2]. La prima cosa si ottiene agevolmente nell'oro, nell'argento, nel rame, nello stagno, e nel platino. La seconda riesce assai bene nel platino, nell' argento, nel ferro, e nel rame.

5ª Vi sono poi alcuni corpi, nei quali la coesione è tanto energica, che riesce difficilissimo intaccarli, raderli, incidirli, intagliarli. Essi sono chiamati *duri*; e *durezza* suol nomi-

1 *Il laminatoio* è composto di due cilindri di acciaio paralleli e girevoli intorno ai loro assi, i quali possono collocarsi stabilmente quando a maggiore, quando a minor vicinanza scambievole: ed uno dei quali è munito di un manubrio fissato al suo asse. Si adopera questo strumento collo stringere fra i due cilindri una estremità della lamina, che si vuole assottigliare; e col far girare (per mezzo del sopraddetto manubrio) uno di essi in tal direzione, che l'attrito obblighi la lamina ad introdursi vie maggiormente fra i medesimi cilindri, ed imprima ad un tempo all'altro (cilindro) una rotazione in senso inverso. Col far passare la detta lamina fra questi due cilindri successivamente sempre più ravvicinati fra loro, si ottiene di distenderla in più ampia superficie, e ridurla a grandissima sottigliezza.

2 La *filiera* o *trafila* consiste in una lastra d'acciaio forata da molti buchi conici (o, come dicono i nostri artisti, fatti a *cieca*) di larghezza gradatamente disuguale. Per ridurre un filo metallico a grande sottigliezza gli si acumina la punta, s'introduce in uno di quei fori, per cui passa stentatamente, e vi si fa passare tutto, tirandolo con forza: quindi si replica più volte la stessa operazione in fori sempre più fini.

narsi questa loro proprietà. Così il diamante, il corindone, il cristal di monte diconsi pietre dure: l'ebano, il mogano, la noce sono legni duri: è duro il ferro crudo [1], o temperato [2].

6ª I corpi invece, che agevolmente possono essere limati, o scalfiti, vengono chiamati *teneri* e talora *dolci*: e *tenerezza* o *dolcezza* si dice questa lor proprietà. L'alabastro di Volterra è tenero; l'abete è un legno dolce; dolce è il ferro non crudo, nè temperato.

7ª Accade parimente che certi corpi, col percuoterli, premerli, stirarli, piegarli, possano subire un qualche allontanamento fra le loro molecule, senza che perciò essi si dividano e spacchino in parti: come avviene nel ferro, nel platino, nel rame, ed anche in un pezzo di legno, specialmente di busso. Questi corpi sono appellati *tenaci*, e si dicono dotati di *tenacità*.

8ª Altri corpi invece, ove alcune loro parti sieno spostate o smosse, si spezzano assai agevolmente; come avviene in una lastra di marmo o di vetro. Questa loro proprietà à nome *fragilità*: e *fragili* son detti essi medesimi.

9ª Quei corpi, i quali coll'attrizione facilmente si spolverizzano, o si riducono in minutissimi pezzi, sono detti *friabili*; e *friabilità* si appella questo genere di fragilità.

10ª V'à dei corpi, i quali godono della così detta *flessibilità*, cioè possono facilmente essere incurvati o inarcati, senza che perciò si spezzino; e sono detti *flessibili*. Son tali i corpi duttili, il talco, l'amianto, la seta, i peli, il cotone.

11ª Ma altri o si spezzano col solo tentare di incurvarli, o certo non possono inarcarsi, che assai difficilmente. Questi, come sarebbero il marmo e il vetro, sono denominati comunemente *inflessibili*, e *rigidi* dai Matematici. L'*inflessibilità* o la *rigidezza* è la negazione della flessibilità.

1 Un corpo, col laminarlo, martellarlo, o filarlo, perde la tenerezza e la dolcezza; allora si dice *crudo*. Ma il medesimo può riacquistare queste proprietà col riscaldarlo e lasciarlo lentamente raffreddare: e allora si chiama *ricotto*.

2 Si *tempra* un corpo col riscaldarlo fortemente, e poi violentemente raffreddarlo, tuffandolo per esempio, in acqua assai fredda.

12ª Vi sono taluni corpi, che sotto la violenza di un urto, o di una pressione, o di uno stiramento, si lasciano trasformare, con regolarità; ma, appena sottratti a tal violenza, riprendono immediatamente la primiera figura. Sono chiamati *elastici*, ed *elasticità* si dice questo loro attributo.

13ª Altri finalmente si domandano *anelastici*, e dai Matematici si dicono *duri*: perchè non si lasciano regolarmente trasformare; oppure, trasformati che sieno, conservano la nuova loro figura.

II. COROLLARII. Rimettendo ad altro luogo un più lungo discorso intorno alla elasticità, possiamo intanto dalle esposte difinizioni inferire alcuni corollarii; nei quali ci sarà facile raccogliere quanto v'à di più importante a sapersi intorno alle altre proprietà dipendenti dalla coesione.

1° La *sodezza*, o se vuolsi, la *durezza* in quanto si oppone alla mollezza, è dunque quella proprietà, per la quale le molecule di certi solidi non possono cangiar posizione, senza che cessino perciò stesso di risentire (se posso dir così) la forza che le tiene attaccate insieme. Invece la *mollezza* è la proprietà, per la quale le particelle di un solido possono girare, ravvolgersi, e pian piano scorrere le une sulle altre, seguitando sempre ad essere sottoposte alla forza, onde sono riunite fra loro [1].

2° È dunque la *tenerezza* o *dolcezza* quell' attributo, pel quale apparisce che le molecule di certi corpi sono ritenute congiunte con minor forza. Invece la *durezza*, che si oppone alla tenerezza, è la maggior violenza, colla quale le particelle di certi solidi stanno mutuamente attaccate.

3° Dunque non dee confondersi la tenerezza colla mollezza, nè la proprietà (che si chiama *durezza*) opposta alla prima

1 Il piombo può essere di tale mollezza, che trapassando pel laminatoio con sopra una foglia di un vegetale o anche un insetto, ne riceva l'impronta. Quindi la recente scoperta della così detta *stampa naturale*. Dappoichè le impronte ricevute dal piombo possono trasportarsi per galvanoplastica (della quale parleremo nel Trattato dell'elettricità) su di una lastra di rame: e poi con questa, spalmata dei debiti colori, si stampano sulla carta con tale finezza e naturalezza, che è una maraviglia a vedere.

Digitized by Google

con quella (la quale talora si denomina *sodezza*, ma il più delle volte si dice anche *durezza*) opposta alla seconda. Imperocchè i corpi molli mostrano spesso una coesione assai forte, ciò che non avviene nei teneri. Può servir d'esempio la gomma elastica. Questa, ed altri corpi simili, facilmente s'affossano o solcano; ma difficilmente si potrebbero raschiare o radere. Chè la mollezza è una certa scorrevolezza o quasi fluidità, la quale si concilia spesso con un attaccamento di parti molto energico; e la quale, di regola generale, aumenta col riscaldamento (come è notissimo avvenire nel ferro), sebbene talora (per es. nel piombo e nello stagno, che caldissimi sotto il martello si spezzano) accada il contrario. Invece le particelle dei corpi teneri non iscorrono le une sulle altre; ma, appena si tenta di spostarle o volgerle alquanto, si staccano. La lavagna è tenera, e intanto non è molle. Ciò non toglie, che qualche volta si trovino associate ambedue le proprietà in un medesimo corpo: l'interessante è che una non involge l'altra.

4° Dunque un corpo non può essere levigato che da uno più duro di lui. Quindi lo smeriglio vero, che è corindone o rubino in polvere, raspa tutti i corpi, meno il diamante; e questo, essendo il più duro di tutti, non può essere pulimentato che colla propria polvere.

5° È dunque la tenacità (che il volgo chiama piuttosto durezza) quella proprietà, per la quale le molecule di certi solidi possono, anche energicamente, essere forzate ad allontanarsi a vicenda, senza che per questo si ottenga che in un certo loro numero, disposto tutto di sèguito, venga a mancare quella forza.

6° Nell'incurvare un corpo, certamente le molecule, le quali stanno nella parte che diviene concava, vengono ad avvicinarsi; quelle invece che restano dalla parte che si fa convessa, si allontanano mutuamente. È pertanto la flessibilità l'attributo di certi solidi, pel quale le loro particelle possono avvicinarsi od allontanarsi a vicenda; senza che rimangano perciò sottratte alla forza, che le tiene attaccate insieme.

III. SCOLII. 1° È singolare la fragilità delle, così dette, *lacrime bataviche*; che sono come fiaschettini di vetro muniti di

un breve collo chiuso, i quali si ottengono col lasciar cadere delle goccie di vetro fuso nell'acqua. Il loro ventre resiste ad urti anche non tanto deboli; ma se si rompa la punta della loro coda, tutta la lacrima si riduce in polvere. Analoghe son quelle, che chiamano *bottiglie di Bologna*. Sono piccole bottigliette di vetro, ottenute quasi come le lacrime bataviche; le quali mostrano una sufficiente tenacità: ma ove si faccia cadere dentr'esse un pezzetto di silice, all'istante scoppiano in minutissimi frantumi.

2° A misurare la tenacità di un corpo, questo suol ridursi (ove ciò sia possibile) in un filo del diametro di due millimetri, quindi il filo stesso si fissa fermamente con un capo, e all'altro capo si appendono de' pesi sempre maggiori, finchè non si spezzi. Il più piccolo peso, capace di ottenere la rottura, dà il numero o valore della tenacità.

3° Da molte sperienze istituite in questo modo si sono tratte le seguenti conclusioni. I. In un medesimo corpo la tenacità è proporzionale alla sezione trasversale. II. A parità di tutto il resto, essa è maggiore nei corpi di figura cilindrica, che in quelli di figura prismatica. III. Sotto le stesse condizioni il cilindro vuoto è più tenace del pieno. Anzi questo raggiunge la massima tenacità, allorchè il rapporto fra il raggio esteriore ed interiore della sezione del tubo è uguale ad 11 : 5. IV. Un corpo diuturnamente stirato perde alquanto della sua tenacità. V. I legni nelle medesime circostanze ànno maggior tenacità nella direzione longitudinale, cioè delle fibre, che nella trasversale. VI. Un tronco possiede la sua maggior tenacità nei siti intermedii fra il midollo e la corteccia, e più verso questa che quella. VII. Fra i fili prodotti da animali di specie diversa, i più fini sembrano di maggior tenacità dei più grossi. Infatti costruendo delle funicelle di ugual grossezza con crini di cavallo, o con fili di seta, questi reggono un peso quadruplice senza spezzarsi.

27. Elasticità. — Fra tutte le proprietà le quali dipendono dalla cagione stessa, che produce la coesione, niuna se ne rinviene, la quale s'abbia tanta rilevanza scienziale, quanta è quella della elasticità. Di questa pertanto terremo speciale discorso.

I. DEFINIZIONI. Poichè soglionsi distinguere in Fisica quattro principali specie di elasticità dei solidi, principieremo dal definire i vocaboli adoperati a significarle.

1ª Una fettuccia di gomma elastica si stiri per i due suoi estremi. Si allunga in ogni sua parte equabilmente; ed appena si rilascia a sè medesima, si accorcia di nuovo. Questa sua proprietà si chiama *elasticità di tiramento*.

2ª Fissate stabilmente un capo di un filo di argento, o di lino, o di seta (fig. 24.); e poi girate l'altro capo intorno all'asse del filo. Voi con ciò venite a torcerlo: e le sue molecule, che fino allora erano disposte in tante fila (AE, BF) rettilinee, si dispongono invece in altrettante (ABCDEF) spire. Ebbene: lasciate a sè stesso il filo, ed esso si storce completamente. È dunque elastico: e questa sua elasticità vien detta *elasticità di torsione*.

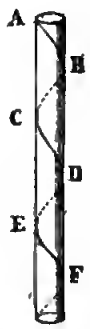

Fig. 24.

3ª Puntate a terra una spada, e premete obliquamente sull'elsa. Se la spada fosse di stagno, si piegherebbe in due linee, e formerebbe un angolo coi lati molto irregolari: invece, se è d'acciaio, s'inarca in una curva assai simmetrica. Cessate dal premere: ed eccola di nuovo rettilinea, per quella sua proprietà, che à nome *elasticità di inflessione*; della quale sono forniti i corpi flessibili, ma sodi.

4ª Prendete una palla di gomma elastica, e gettatela con impeto al suolo: essa si trasforma regolarmente assumendo per un momento la figura di cipolla; ma subito ritorna sferica un'altra volta. Questa appellasi *elasticità di percussione*.

5ª Il primo trasfigurarsi dei corpi elastici, sotto l'urto della percussione, si chiama (specialmente in Fisico-matematica) *compressione*.

6ª Si dice poi *restituzione* il loro successivo riformarsi, col riprendere la primiera figura.

II. PROPOSIZIONI. 1ª *L'angolo di torsione, ove sia di pochi gradi, è proporzionale direttamente alla forza torcente, e alla lunghezza del filo; ed inversamente alla quarta potenza del diametro di questo.*

Dichiarazione. La dimostrazione di alcune leggi, specialmen-

te elettrologiche, richiede la cognizione della relazione, che passa fra la quantità (fig. 25.) di torcimento prodotto in un filo metallico (AC) e l'energia dello sforzo, che è necessario a produrlo. La quantità della torsione si misura dall'angolo (BCO), pel quale si ravvolge il capo inferiore del filo. L'energia poi dello sforzo, necessario a produrre la detta torsione, si valuta appendendo al capo inferiore (C) del filo un' asta (BD) orizzontale e spingendo l'estremo (B) di questa in direzione orizzontale. Allora l'asta o indice (BC) girando in un piano parimente orizzontale (col passare da BC in OC) torce il filo, e misura ad un tempo l'angolo (BCO) di torsione in un' armilla graduata o in un sottoposto quadrante. L'elasticità del filo riporta l' asta orizzontale alla posizione primitiva; anzi questa per inerzia, prosegue nel suo cammino retrogrado, e produce una torsione in senso inverso. Quindi una serie d'oscillazioni. Coulomb con un apparato consimile à provato l'isocronismo di queste oscillazioni medesime, e da tale isocronismo à giustamente dedotto (secondo le teorie della Meccanica) la verità della prima sopraesposta legge. La quale è la più interessante per gli elementi della Fisica; e vuol dire che per torcere un filo di 12° si richiede una forza torcente duplice di quella richiesta a torcerlo di 6°, triplice di quella che produce la torsione 4°, e quadruplice della forza che basta a torcerlo di soli 3°. La legge è vera eziandio pei fili di vetro. Collo stesso criterio si sono dimostrate le altre due leggi sopraenunciate.

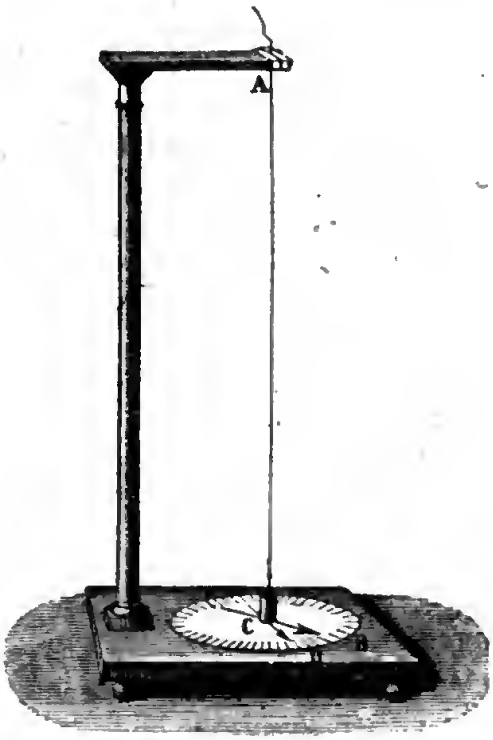

Fig. 25.

2ª *Tutti i corpi duri sono dotati di elasticità di percussione.*

Dimostrazione. Che una palla d'avorio, oppure di acciaio, o anche di cristallo o di quarzo, goda dell'elasticità risulta da due fatti. 1. Un' armilla circolare (fig. 26.), fatta con una molla (A) d'acciaio, si getti di taglio e con impeto sul suolo. Essa nel toccare il suolo diventa per un istante ellittica (B) coll'asse minore verticale; e nell'istante susseguente diviene ellittica (C) in senso inverso, ossia coll'asse minore orizzontale; e

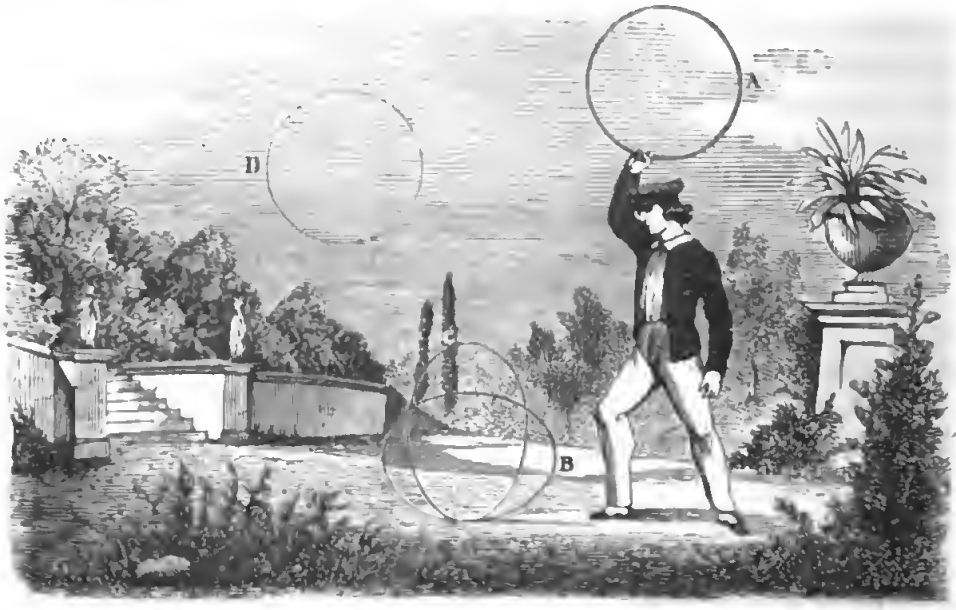

Fig. 26.

allora rimbalza (in D). Accade l'analogo in un sistema di armille circolari uguali formate di tante molle d'acciaio, le quali incrocicchiandosi tutte in due punti diametralmente opposti, costituiscono una superficie sferica. Col percuotere in un punto questa quasi bolla di acciaio, si osserva sperimentalmente il suo convertirsi in ellissoide, ed il suo ritornare in isfera. Infatti sia essa fermata stabilmente (fig. 27 e 28.) sopra un piano e trapassata da un'asta verticale, la quale per altro lasci libero ad abbassarsi o rialzarsi il collarino (A), in cui le armille vanno ad incrocicchiarsi. Inoltre un poco sopra di essa e vicino al suo

fianco si collochino due campanelli. Ciò preparato si percuota verticalmente la palla: tanto l'analogia col fatto di un'armilla sola, quanto il suono dei campanelli, mostrano la verità di quanto abbiamo asserito. Infatti prima la sfera si schiaccia, come indica il suono del campanello (fig. 27.) laterale (C); poi si allunga, come annuncia il campanello (fig. 28.) superiore (C'). II. Un piano o d'avorio, o d'acciaio, o di vetro, o di cristal di monte, o di qualsivoglia altro corpo duro (di quella durezza che si oppone alla mollezza) si spalmi con una sostanza capace di attaccarsi alla palla, che gli si vuole gittar sopra; come sarebbe olio, o polvere di licopodio, o filiggine ottenuta dalla combustione della pece greca. Ciò fatto, se su questo piano si posi leggermente una palla di materia dura, si vede sulla superficie di questa, e precisamente nel sito che toccò il piano, un solo punto

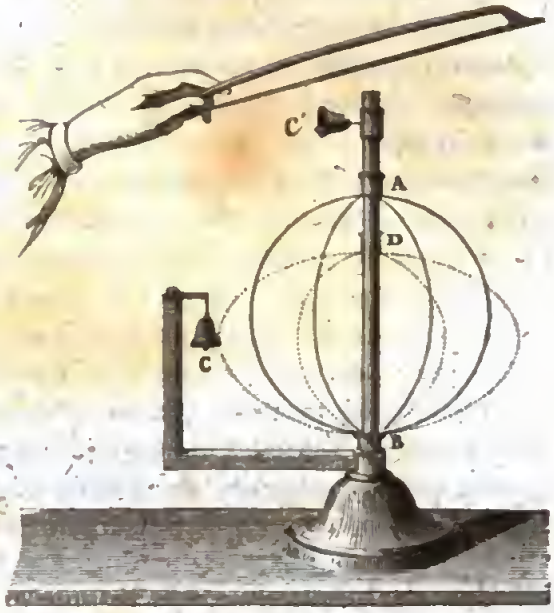

Fig. 27.

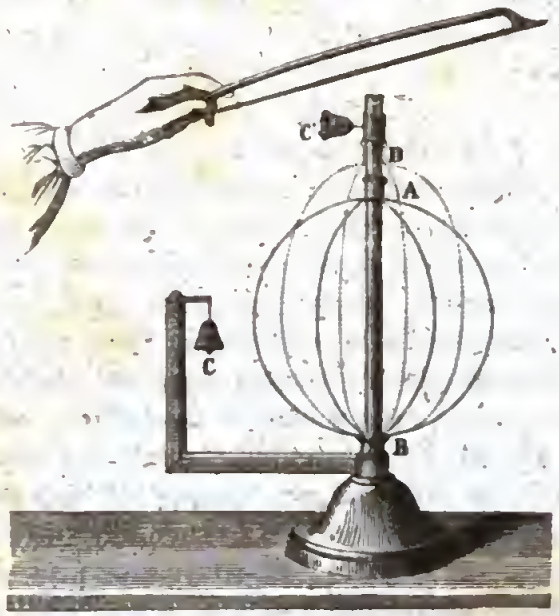

Fig. 28.

imbrattato della sopraddetta sostanza. Ma se invece la palla si lasci cadere da notevole altezza sul detto piano, vi si vede (nel sito in cui quella colpì questo) un circolo abbastanza grande o di olio, o di polvere di licopodio, o di filiggine. Anzi il raggio di questo circolo diviene maggiore, se maggiore è l'altezza da cui la palla discende; ed à tali dimensioni, che provano come il fatto non possa spiegarsi colla sola influenza che possa avervi sì l'aria violentemente cacciata nella caduta, sì la spessezza dello strato costituito da quella sostanza, di cui il piano fu ricoperto.

Conferma. Si conferma la cosa dal rimbalzar che fanno tutti i corpi duri dopo l'urto, e dal raddoppiarsi in essi quell'effetto, che produce l'urto medesimo nei corpi anelastici. Imperocchè i Matematici non sanno spiegare questo rimbalzo, e questo raddoppiamento di effetto, se non ricorrendo ad un secondo urto proveniente dal trasformarsi, che fa in senso inverso il corpo nella restituzione. Or bene: in tutti questi casi o avviene una diminuzione di volume e condensamento, o un momentaneo trascorrimento, traslazione ed allontanamento delle molecole. Ma la diminuzione di volume sotto la compressione nel marmo, nel vetro, nell'avorio è dimostrata impossibile da tutti i fatti, e segnatamente dalle esperienze di Beudant. Dunque resta vera la trasfigurazione, resa già verosimile da mille analogie.

3ª *L'elasticità è propria anche dei fluidi.*

Dimostrazione. 1. Se una goccia d'idrargiro, posta sopra un piano orizzontale, venga premuta alquanto, si schiaccia ed assume la forma di cipolla: ma cessata la pressione, ridiviene sferica. Inoltre, l'acqua, che cade su di un corpo elastico e lo percuote, rimbalza con forza. Non già, che essa si comprima diminuendo di volume, e poi, nel riacquistare il volume perduto, riceva la spinta che la fa risalire: chè a comprimer l'acqua (**15**. II. 1°) si richiede una forza assai più grande di quella, che si sviluppa pel cadere di una sua goccia da piccola altezza. Ma invece essa, secondo tutte le analogie, si trasfigura regolarmente, e nel riformarsi urta di nuovo il piano, e n'è simultaneamente rimbalzata; e così risalta o riflette, come qualsivoglia altro corpo elastico. Suol trarsi in favore di questa tesi un altro argomento dalle piastrelle, che, gettate assai obli-

quamente sull'acqua, rimbalzano dall'altra parte. Ma pare che questo fatto possa invece spiegarsi coll'elasticità dell'aria, la quale viene sospinta e compressa sull'acqua dalle piastrelle medesime. II. Quanto poi ai fluidi elastici, potrebbe questa legge argomentarsi per analogia; ma oltre ciò, non è da trasandarsi il fatto del risaltare delle palle fatte con una vescica o con gomma elastica, e ripiene d'aria compressa. Certamente, quando un aeriforme non è artificialmente compresso, si condensa nella direzione dell'urto; con che perde il suo volume, cui poi riacquista per quella elasticità, la quale è tutta propria di questi corpi, che sono chiamati elastici per antonomasia. Ma non è di questa che parliamo ora. Noi parliamo adesso di quella proprietà, per la quale un corpo, dopo essersi trasformato con regolarità e senza diminuzione di volume, riprende la sua primitiva figura. Or questa proprietà in un vapore già compresso, e però resistente con energia ad ogni ulteriore condensazione, è abbastanza provata dal fatto che abbiam citato.

III. COROLLARII. 1° Dunque l'elasticità, di cui qui si tratta, non à nulla che fare colla elasticità propria esclusivamente degli aeriformi. Perocchè, se è vero che gli aeriformi, i liquidi, e certi solidi sono elastici, lo è nel senso che questi per un urto o stiramento, aumentando forse il loro volume, si sfigurano regolarmente, e poi da sè medesimi ripigliano la loro figura primiera. I fluidi elastici invece sotto un urto o una pressione si addensano, diminuiscono di volume, assumono una figura spesso assai irregolare, e poscia riprendono non più forse la figura di prima, ma certamente il primitivo volume. Nel primo caso vi è sempre un distendimento del corpo, nel secondo non vi à che compressione. Infatti è stato dimostrato, che un filo elastico collo stiramento acquista un aumento in lunghezza, che supera il decremento in grossezza. Egli è però che Scinà, a segregar bene l'una dall'altra elasticità, chiama quella degli aeriformi *elasticità di compressione*, e quella dei solidi (comune per altro anche ai fluidi) *elasticità di estensione*: chè quella suppone sempre il condensamento dell' aeriforme, cioè un ravvicinamento delle particelle, questa segue la distensione, cioè un allontanamento, che può aver luogo in qualsivoglia stato dei cor-

pi. Ed è perciò appunto, che in ogni stato se ne trovano dei sonori.

2° Dunque quella che i Matematici chiamano la *compressione* nei corpi elastici, contrapposta alla restituzione, non à nulla che fare colla compressione degli aeriformi. Chè questa è un vero ristringimento delle particelle e diminuzione di volume; e quella è una semplice trasformazione simmetrica, per la quale di quanto un corpo si impiccolisce in un senso, di altrettanto, e forse più, s'ingrandisce nell'altro.

*IV. SCOLII. Dal potersi la *elasticità di estensione* rinvenire in ogni stato dei corpi, non sarebbe logico dedurre esser dessa proprietà generale dei corpi. Dacchè i corpi molli ed anche gli aeriformi non compressi, tutti insomma quei corpi, che sotto l'urto si addensano in un senso senza distendersi nell' altro, certamente non sono elastici. Nè varrebbe il dire, che non vi à corpo nel quale dentro brevi limiti non veggasi qualche traccia di elasticità: come avviene in un filo di ferro ricotto, il quale piegato conserva la nuova figura, e però passa per anelastico presso gli artisti (che dalla poca sua elasticità non possono trarre vantaggio), ma siccome se s'infletta lievissimamente si raddrizza da sè, così agli occhi dello scienziato, che non misura le leggi naturali a palmi, apparisce ed è veramente elastico, come ogni altro corpo. Questa osservazione, che suol esser fatta da quelli, i quali amano di dire che tutte le proprietà dei corpi sono generali, si trova già confutata in altro luogo (15. II.). Ma poichè si tratta di cosa di criterio, non sarà inutile tornarvi sopra, e ribadir meglio e più chiaramente una massima fondamentale in Fisica. E questa è, che *le proprietà particolari dei corpi sono relative ed imperfette, e questa imperfezione equivale all'esistenza delle proprietà contrarie.* E si faccia di penetrar bene il senso di questa proposizione. I solidi ànno la coesione; ma l'attaccamento delle loro particelle è così perfetto, che possa dirsi fisicamente impossibile il separarle? Quando ciò fosse, i corpi dovrebbero dirsi fisicamente indivisibili: il che è fisicamente assurdo. I liquidi e gli aeriformi sono fluidi: ma la scorrevolezza delle loro particelle non è perfetta, come è manifestissimo almeno nei liquidi oleosi. Diremo dunque che essi ànno la coesione?

E allora i liquidi e gli aeriformi saranno solidi! L'acqua e il vetro sono diafani; ma la loro diafanità non è perfetta: dovranno dunque collocarsi nel catalogo dei corpi opachi. L'oro è ritenuto per opaco; ma la sua opacità non è perfetta, chè per un foglietto d'oro sottilissimo trapassa la luce: dunque avrà per questo da chiamarsi diafano? Quando si è dimostrato che in certi corpi vi è una certa proprietà, e che in altri vi è la proprietà opposta; invece di asserire il paradosso che l'una e l'altra è generale, si ritenga invece che ambidue sono imperfette e relative. Inoltre si ponga mente che esse nei diversi corpi passan per gradi, così che dall'una si va quasi insensibilmente all'opposta; e sono appunto quelle delle quali Newton disse che: *intendi et remitti possunt*; e però, secondo questo grande Fisico, *pro qualitatibus corporum universorum habendae non sunt*. E perciò nel formare i due catalogi (l'uno dei corpi, che posseggono una data proprietà, e l'altro di quelli, che sono dotati dell'opposta) si osservi il criterio universalmente ammesso di inscrivere in essi quelle sole sostanze, le quali posseggono la proprietà, di cui si tratta, non in un grado comunque minimo, ma sì in grado eminente.

28. Attrazione molecolare. — La coesione dei solidi rivela l'esistenza di una forza, atta a tenere le molecule dei corpi attaccate le une alle altre, con tale energia, che ne resti vinta e la forza di gravità, la quale, attraendole verso il centro della Terra, tende a disunirle; e la forza disgregativa del calorico, il quale colle dilatazioni le allontana scambievolmente, accrescendone (se non producendo) la porosità; e finalmente quegli sforzi ed urti, ai quali i corpi non cedono, specialmente se sien tenaci. Ora di questa esporremo le leggi, principiando dallo spiegare in tante definizioni nominali le diverse appellazioni, sotto le quali è conosciuta.

I. DEFINIZIONI. 1ª La forza producente la solidità nei corpi si chiama *forza di coesione*.

2ª Essa medesima talora viene denominata *forza di aggregazione*: perchè lascia al corpo tutte le sue proprietà singolari, e solamente ne aggrega o coagula le particelle sotto una permanente figura, ossia ne fa un solido. A differenza di quell'altra forza (di cui tratteremo nel seguente Capo) la

quale di più corpi, eterogenei fra loro, ne fa uno, non importa se solido, liquido od aeriforme, ma nuovo; dotato cioè di proprietà che non si manifestano in veruno dei componenti; e la quale perciò si chiama forza di composizione.

3ª Si appella ancora *affinità*: ma a questo nome si unisce l'epiteto *omogenea*, per la ragione medesima or ora esposta. Dacchè questa rappiglia ordinariamente le particelle della stessa natura: ciò che non fa mai la forza, che forma i composti; e che perciò à nome affinità eterogenea.

4ª In fine la forza stessa, che presiede alla formazione dei solidi, vien nominata eziandio *attrazione moleculare*. Perchè si ritiene che essa risieda in ciascuna molecula, e che ciascuna molecula eserciti questa forza col tirare a sè fortemente le molecule prossime, come la calamita attrae il ferro e gl'impedisce di cadere.

5ª Poichè talvolta quest'attrazione molecolare fa sì che due corpi distinti, come sarebbero a cagion d'esempio due lastre di cristallo, si attacchino insieme con tanta forza da esigersi spesso uno sforzo non lieve a separarli di nuovo; così questo suo effetto, per distinguerlo dalla formazione dei solidi, riceve il nome di *adesione*.

II. PROPOSIZIONI. 1ª *L'attrazione molecolare diminuisce assai rapidamente colla distanza.*

Dimostrazione. Imperocchè posto che un solido sia stato spezzato, non accade di risanarlo coll'appoggiare una sull'altra le due porzioni, o le due faccie di frattura. Or questo avviene perchè non è così facile riportare le melecule a quell'avvicinamento, che sarebbe necessario, affinchè la loro forza attrattiva potesse esercitarsi con una energia sufficiente all'uopo. Per esempio, due fogli di carta non si potrebbero attaccare uno sull'altro col solo stringerli insieme. Ma ove un corpo diviso in molecole piccolissime, com'è la farina, si stemperi nell'acqua, e poi si collochi fra loro; questo per l'acquistata scorrevolezza andrà a riempire tutti i vuoti che si frappongono fra le molecole di un foglio e quelle dell'altro, ed all'evaporare dell'acqua risentirà l'attrazione che si esercita tanto fra le sue particelle, quanto fra queste e quelle delle carta; e dei due fogli se ne farà uno solo. È analogo il fatto della calce

e dell'incollare con colla cervona, o con gommarabica, ed anche il fatto stesso del saldare. Quest'ultimo fatto non si differenzia dagli altri se non in questo, che il corpo, che serve, direi quasi, di mezzano per riappiccarne due altri insieme, non è sciolto, ma fuso. Del resto il solo avvicinamento delle molecule, quando possa aversi strettissimo (il che avviene nei corpi molli, o in quelli terminati da faccie quanto più si può perfettamente spianate) produce l'effetto medesimo. È fatto molte volte ripetuto che due lastre di piombo, di vetro o di marmo, sovrapposte una all'altra e pigiate fortemente, si uniscono tanto stabilmente, che riesce difficilissimo il separarle. Dunque realmente la forza di attrazione molecolare non si esercita con successo, ossia non è atta a vincere tutte le forze antagoniste, e produrre la solidità, o almeno l'adesione, che a distanze minime.

2ª *Anche i liquidi ànno l'attrazione molecolare omogenea.*

Dimostrazione. Questa legge può essere dimostrata da due fatti principalissimi, e da un ragionamento. I. Il primo fatto (notissimo a tutti) è che un liquido pensile, come sarebbe l'acqua che bagna esternamente un secchio, non cade molecola a molecola, ma a goccia a goccia. Si conosce da questo, che le particelle dell'acqua stanno unite fra loro con una certa forza, la quale supera il peso di ciascuna di loro: e che però non è vinta se non quando, addizzionandosene un numero abbastanza grande, l'insieme acquista un peso maggiore di essa. II. L'altro fatto è che una lastra di vetro, posata sopra la superficie dell'acqua o dell'idrargiro, non si stacca che a gran fatica. E qui si noti che lo staccamento, tanto in questo fatto che nell'antecedente, avviene non fra il liquido e il solido, ma sì fra il liquido che rimane attaccato alla lastra o al fondo esterno del secchio, e il liquido che cade dal secchio medesimo, oppure è abbandonato dalla lastra. Il che prova, come i liquidi non risentano ed esercitino l'attrazione solamente fra le loro particelle; ma anche con quelle dei solidi, e perfino di quei solidi che non restano da essi bagnati: chè il vetro non è bagnato dal mercurio. Anzi tal forza è esercitata eziandio fra le particelle di un liquido e quelle di un altro, ancorchè fra loro i due liquidi non abbiano affinità eterogenea.

Infatti si può appendere una gocciolina d'acqua sotto ad una di olio. È vero che in tutti questi fatti può avere pur qualche parte la pressione dell'aria circostante, ma essi non possono attribuirsi esclusivamente a questa. E ciò per la semplicissima ragione che essi riescono, sebbene con qualche diminuzione d'intensità, anche nel vuoto il più perfetto. III. Il ragionamento poi è il seguente. Ogni liquido, acconciamente raffreddato, si consolida; e allora possiede evidentemente l'attrazione molecolare. Dunque dovrem dire o che esso abbia acquistato questa forza nell'assumere lo stato solido, o che l'avesse anche prima, finchè era liquido. La prima ipotesi è esclusa dal riflettere, che ogni forza è una sostanza; e che nell'aggelazione, piuttosto che aggiungersi nulla di nuovo nel corpo, se ne sottrae il calorico. Resta dunque vera la seconda.

3ª *Gli aeriformi ancora sono dotati della forza di attrazione molecolare.*

Dimostrazione. I. È noto a tutti i Fisici, che l'aria aderisce, spesso assai tenacemente, alle pareti dei recipienti; tanto che è talora cosa assai ardua lo staccarnela, quando appunto ciò loro interesserebbe per l'esatto riuscimento di certe sperienze. II. Ma anche senza questo, vale qui pure l'argomento recato pei liquidi. Imperciocchè sembra indubitabile, che qualunque vapore raffreddato o compresso opportunamente debba potersi liquefare: e certamente molti aeriformi sono stati di fatto tradotti in liquidi. Ora in questi, come abbiamo dimostrato or ora, non manca del tutto la forza di coesione. Dunque da capo o dovremo credere che essi l'abbiano ottenuta nell'assumere quel nuovo stato, o potremo sostenere che essi l'avessero fin da quando erano fluidi elastici. Ma la prima ipotesi è insostenibile. Giacchè nessuna delle due operazioni, colle quali un aeriforme vien liquefatto, potrebbe introdurvi una nuova forza. Non la compressione, come è manifestissimo; perchè questa è un semplice avvicinamento di parti: non il raffreddamento; perchè questo proviene dalla diminuzione del calorico. Dunque è da dirsi, che anche le molecole dei fluidi elastici sieno dotate della loro attrazione molecolare.

III. COROLLARII. 1° Dunque nei liquidi vi dev'essere la tendenza ad assumere la forma globosa. Risulta da quanto è stato

dimostrato, che fra le particelle dei liquidi esiste una forza, che le tira, una verso l'altra; e che questa forza è più energica di quella, che à ciascuna molecola dalla gravità. Dunque, se un liquido venga depositato in piccoli volumi sopra un piano, cui esso non bagna, ossia verso il quale esso non esercita forte attrazione, debbono le particelle raccogliersi una sull'altra e stringersi insieme, per quanto è loro permesso dalla forza disgregativa del calorico. E allora soltanto si deve avere equilibrio, quando sono uguali tutte le pressioni, che le molecole superficiali esercitano verso le interne, per l'attrazione cui soffrono da queste. Ond'è, che queste attrazioni essendo tutte uguali, non può avvenire che qualche particella si collochi più delle altre distante dal centro: il che equivale a dire, che l'insieme di tutte deve formare una sferetta. Ed invero in questa supposizione non può essere che il contrasto dell'attrazione verso il sottoposto piano o il peso di una massa sufficientemente grande di liquido, che valga a schiacciar la goccia verso il piano. Imperocchè la pressione delle molecole superficiali verso le interne aumenta solo colla superficie: ma la forza che spinge le medesime verso il sottoposto piano, cioè la gravità, aumenta col volume. Ora quando si raddopia il diametro della goccia, la superficie solamente si quadruplica, ed il volume diviene otto volte maggiore. Quindi è che allora la goccia prende la figura di sferoide compressa; e in ogni caso mostra la sua tendenza alla sfericità. Con ciò questo fatto, che è palesissimo nelle goccie di mercurio posate su di un piano di legno, nelle goccie d'acqua gettate sopra una superficie polverosa, e nelle stille della rugiada, rimane spiegato, e conferma la sopraesposta legge [1].

1 Un certo Platean à recentemente trovato il modo di elidere l'effetto della gravità, e così è riuscito ad ottenere la forma sferica in una massa liquida considerevole. A questo intendimento si fa un miscuglio di acqua e d'acquarzente, il quale abbia lo stesso peso dell'olio; e poi per un cannellino introdottovi si fa discendere leggiermente nel miscuglio una certa massa d'olio. Questo allora prende la figura sferica. Anzi, se in mezzo a tale sfera si faccia passare un filo metallico, à cui s'imprima un moto rotatorio, anche la sfera liquida ruota, e si schiaccia, assumendo la figura di sferoide, come la Terra.

2° Anche gli aeriformi debbon tendere a configurarsi in isfere. Dacchè militano per essi le stesse ragioni, che abbiamo recate in favore della sfericità dei liquidi: e il fatto si osserva nelle bolle di sapone, in quelle che si sollevano dall'acqua bollente, e in varii altri casi simili. Anzi questo fatto conferma la tesi, e dimostra eziandio l'uniformità della forza ripulsiva, che i vapori ci manifestano nelle loro espansioni e dilatazioni.

IV. SCOLII. 1° Varii Fisici ànno tentato di ridurre la forza della gravità all'attrazione molecolare: e certamente sarebbe stato assai bello per la scienza il poter dire, che una medesima forza riunisce le particelle dei solidi; impedisce ai corpi terrestri di diffondersi per lo spazio (come dovrebbero fare per la forza centrifuga, che si sviluppa nella rotazione diurna della Terra); fa girare la Luna intorno al nostro pianeta; contiene questo stesso e tutti gli altri nelle orbite, che compiono intorno al Sole. Ma non ci sono dati, che ci autorizzino a questa conclusione. Sembra piuttosto, che la forza di gravità non abbia nulla che fare coll' attrazione moleculare. Questa infatti è assaissimo energica a quella vicinanza, che a noi pare un contatto, ed è appena efficace a distanze anche tenui, ma sensibili, come lo mostrano i corpi flessibili e i corpi fragili: quella invece diminuisce col quadrato della distanza.

2° Il ritrovarsi la forza di coesione in tutti gli stati dei corpi non ci dà diritto di elevare la coesione al grado di proprietà generale. Dappoichè la parola *coesione* è adoperata a significare quell'effetto dell'attrazione molecolare, per cui lo stato dei solidi si differenzia da ogni altro. In quella vece *forza di coesione* rappresenta la cagione a cui devesi la solidità. Questa cagione o forza è in ogni stato, ma quell'effetto non è che nei solidi.

3° Poichè pertanto la forza di attrazione molecolare si ritrova in ogni stato dei corpi; poichè parimenti in ogni stato vi è una forza disgregativa o ripulsiva, la quale (o essa sia il calorico, o invece una forza propria di ciascuna molecola ponderabile, e però veracemente moleculare, o la risultante di questessa e del calorico) è cagione della porosità in tutti

gli stati, e della espansività dello stato aeriforme; così i Fisici comunemente spiegano gli stati dei corpi e le leggi delle mutazioni di stato coll'intreccio di queste due forze, l'attrattiva e la ripulsiva. Dicono adunque che allora un corpo è *solido*, quando la forza di attrazione molecolare prevale sulla forza ripulsiva. Ma aumentando fino ad un certo punto questa coll'aggiunta di una certa quantità di calorico, le due forze si bilanciano a vicenda, ed il solido si traduce in *liquido*: stato che persevera sotto diversi gradi di riscaldamento, perchè all'attrazione molecolare vien in aiuto quella pressione esterna dell'aria, la cui diminuzione fa bollire il liquido a più basse temperature. Quando poi nel liquido s'intrometta tanto calorico, che basti a vincere completamente sì l'attrazione molecolare, sì la pressione estrinseca, di cui parlavamo or ora, il liquido dee convertirsi in *aeriforme*. Sottraendo per altro a questesso quel calorico che lo ridusse a tale stato, o di più sottoponendolo a forti compressioni, affinchè l'avvicinamento delle molecole faccia risentir loro una più intensa forza di affinità omogenea, si otterrà la *liquefazione*. E finalmente con nuove sottrazioni di calorico, la virtù ripulsiva e disgregativa rimarrà sopraffatta dall'attrattiva; questa riacquisterà il suo impero, e il liquido si *solidera*.

29. Formazione dei cristalli. — La forza di aggregazione, cioè l'attrazione, riunisce a bambera le molecule dei corpi, cui essa appicca insieme quando forma i solidi; oppure le dispone con ordine e simmetria, quasi agisse con avvedutezza, e con disegno premeditato? Che nella formazione dei corpi organizzati, sia del regno animale, sia del vegetale, le particelle prendano invariabilmente il posto loro assegnato, e quindi ogni specie di pianta, o di corpo animato abbia una forma propria e regolare, è cosa esplorata. Si può quindi ricercare, se, ad onta della contraria apparenza, non avvenga qualche cosa di simile anche nel regno minerale. Risponderemo alla domanda con una proposizione, la quale ci introdurrà spontaneamente in una serie di altre indagini, che sono della più alta importanza per imparare a conoscere l'indole dell'attrazione moleculare.

I. PROPOSIZIONE. *Tutti i solidi inorganici si configurano natu-*

ralmente in tanti poliedri, terminati da faccie piane, e simmetriche, e da angoli sporgenti.

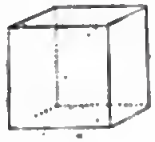

Fig. 29.

Dimostrazione. 1. Si sciolga un sale, il marino, a cagion d'esempio, o l'allume nell'acqua; e si lasci evaporar questa. Troveremo in luogo della soluzione un ammasso di tubetti di sale marino (fig. 29.), o di ottaedri regolari di allume (fig. 30.). E ciò avviene tanto per precipitazione (**23.** I. 7ª) che per sublimazione (**23.** I. 6ª). Si ponga in un vaso chiuso della canfora, dello iodio o dell'arsenico; dopo qualche tempo si vedranno le parti superiori del vase tutte ricoperte di piccoli poliedrini regolari. Si ottiene la cosa medesima per fusione. Infatti si fonda in un vase dello zolfo, e poi dopo averlo lasciato raffreddare alquanto, si rompa la prima pelle solidatasi, e si versi ciò, che sotto di essa rimaneva tuttora allo stato di liquidità. Si troverà alla parete del vase lo zolfo disposto in tanti prismetti a quattro facce. Una cosa analoga avviene fonden-

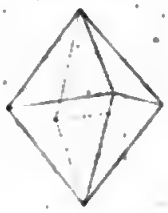

Fig. 30.

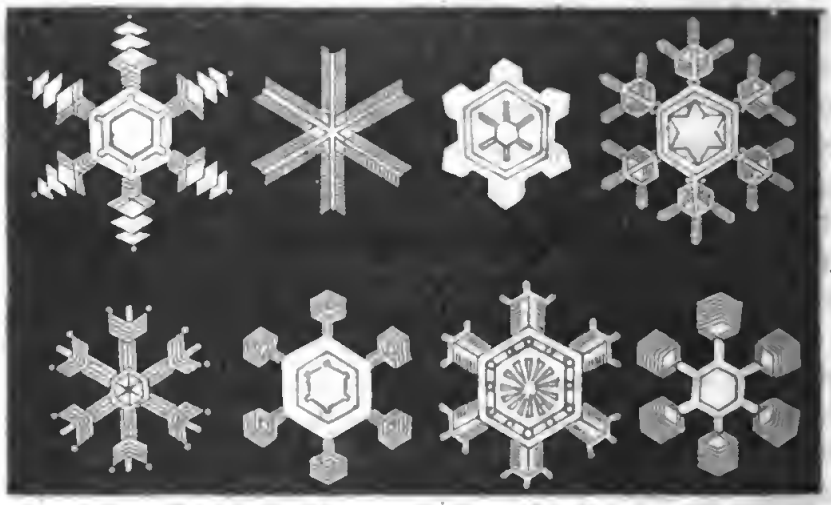

Fig. 31.

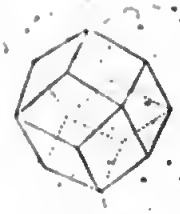

Fig. 32.

do' il bismuto, o l' antimonio. II. Ma anche senza veruna sperienza, la pura osservazione ci somministra mille prove di questo fatto. La neve costa di stellette esagone ornate di meandri elegantissimi (fig. 31.). L'acqua nel congelarsi si dispone in tanti aghetti o prismi assai sottili. I granati di Frascati ànno la forma di dodecaedri romboidali (fig. 32.). La pirite di ferro si ritrova in bei dodecaedri romboidali (fig. 32.) o anche pentagonali (fig. 33.), spesso anche in ottaedri regolari (fig. 30.), o in cubi (fig. 29.). Si rinviene assai spesso il cristallo di monte, o quarzo ialino, sotto forma di prisma esagono terminato da due piramidi esagone (fig. 34.). La calce carbonata, che porta il nome di spato d'Islanda, à la figura di un romboedro (fig. 35.); nel quale, ove si esamini con attenzione, si osserva che l'angolo, formato da una faccia (ABCD) coll' adiacente superiore (ABHG), è sempre complementare di quello formato dalla faccia medesima coll' adiacente inferiore (CDEF): e così le due facce adiacenti alla prima riescono parallele fra loro. Inoltre accade talvolta di rinvenire dei poliedri che ànno alcune facce esagone, ed altre quadrate (fig. 36.): ma ad ogni faccia quadrata ne risponde un'altra quadrata e parallela alla prima, come ogni faccia esagona ne à un'altra corrispondente, che è parimente parallela ed esagona; e questi esagoni sono simili fra di loro: insomma tutto è disposto con simmetria. III. Veramente non sempre queste figure regolari sono del tutto manifeste: ma anche in questi casi, ove il minerale si esamini con diligenza, e (se fa d'uopo) si guardi eziandio col microscopio, si vedrà che il corpo intero è composto di un ammasso di tali poliedri

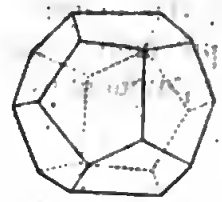

Fig. 33.

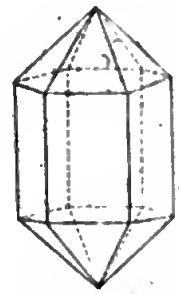

Fig. 34.

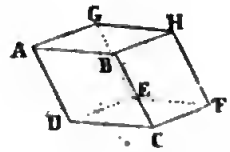

Fig. 35.

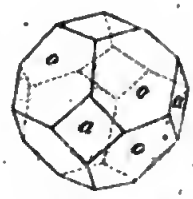

Fig. 36.

estremamente piccoli: oppure di poliedri solo iniziati, e non compiuti. E in fatti, che indicano quegli sprazzi di luce, che gettano da ogni parte lo zucchero, e le fratture dei metalli, e del marmo statuario? Ciò mostra evidentemente che i corpicciuoli, onde essi costano, sono terminati da faccette piane, e pulimentate a specchio; o, ciò che è lo stesso, che le loro molecole sono disposte con ordine. Infatti conviene riflettere che, ad ottenere coll' arte i sopraddetti poliedri compiuti e perfetti, è necessario che non sia disturbata l'opera della forza naturale, che li costruisce. E di vero in ognuna delle sopra esposte operazioni, il risultato è legato alla condizione, che il solido sia estremamente diviso e scorrevole, ossia ridotto allo stato di liquidità; che in tale stato si rimanga perfettamente tranquillo; e che finalmente la solidificazione non sia violenta, ma assai diuturna e pacata. Or quante volte non accadrà, che tali condizioni vengano a mancare? Il che spiega perchè di frequente i minerali non rivestano veruna forma regolare e geometrica; perchè talora i poliedri non sieno che abbozzati; e perchè questi spesso non mostrino che qualche faccetta piana e levigata. IV. Nè dee fare difficoltà, che talora veggansi degli angoli rientranti; perchè ciò devesi alla confusa riunione di più poliedri. Anzi qualche volta varii di questi si riuniscono con una certa simetria a formare, a cagion d'esempio, una croce, come accade nella staurotide (fig. 37.), o un cilindro scanalato (fig.38.). Talora il piano di congiunzione si trova esteso considerevolmente, perchè erano (fig. 39.) due poliedri (*a* e *b*) attaccati per le punte; i quali sono successivamente cresciuti, per la sovrapposizione di nuove croste.

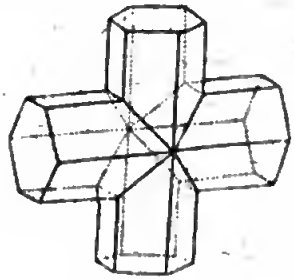

Fig. 37.

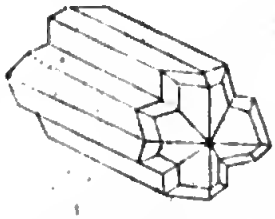

Fig. 38.

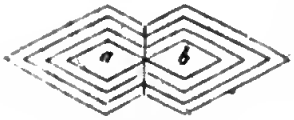

Fig. 39.

Talvolta invece l'insieme à preso una figura bizzarra (fig. 40.), ma tale da far credere, che l'intero solido (fig. 41.) si sia diviso in due parti (nel piano *mnpqrs*); ed una sua metà abbia fatto un mezzo giro intorno all'altra; ed ivi siasi fermata stabilmente. Come pure, se il più delle volte non tutte le facce ànno la loro parallela, ciò avviene, perchè il poliedro è ordinariamente impiantato sopra una massa solida, e addossato ad altri simili. Comunque ciò sia, la regola generale è quella esposta nella tesi.

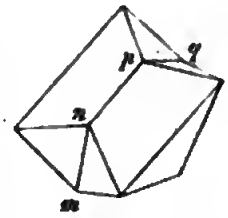

Fig. 40.

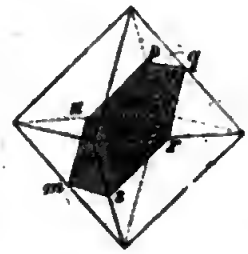

Fig. 41.

II. DEFINIZIONI. Ad abbreviare il discorso su questo fatto, e ad evitare gli equivoci, convien definire alcune denominazioni.

1ª Ogni poliedro naturale a facce piane e simmetriche, sia trasparente o no, chiamasi *cristallo*. Nome derivato da κρύσταλλος, che vuol dire ghiaccio: perchè le dette figure furono avvertite primieramente nel quarzo ialino, il quale si credè esser acqua stabilmente diacciata.

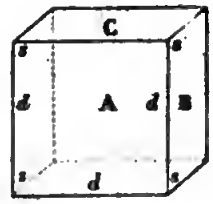

Fig. 42.

2ª Il formarsi di un cristallo si dice *cristallizzare* e *cristallizzazione*: sebbene spesso con quest'ultimo vocabolo s'intenda piuttosto un ammasso di cristalli.

3ª Si denomina *spigolo* la linea, in cui si riuniscono due facce adiacenti del cristallo. Per esempio (fig. 42.) la linea (*ss*) in cui si riuniscono le due facce (A,B) è uno *spigolo*.

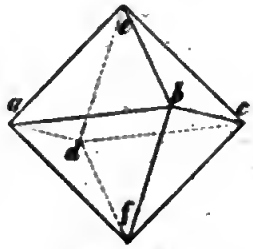

Fig. 43.

4ª L'inclinazione di due facce adiacenti vien detta *angolo diedro*. Il cubo, esempigrazia, à 12 angoli (AB,AC,...) diedri.

5ª Si dà nome di *angolo solido*, ed anche di *angolo* senz'altro, a quello formato da tre o più facce che si riuniscono in un punto. L'ottaedro (fig. 43.) à 6 soli angoli solidi (*a*,*b*,*c*,...) e 12 angoli diedri (*ab*,*bc*,...).

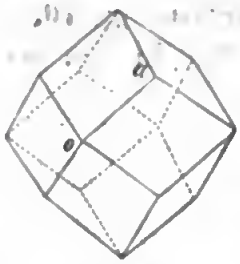

Fig. 44.

6ª Sono chiamati *spigoli della stessa specie* quelli, che non solamente sono uguali, ma sono di più l'intersezione di angoli diedri uguali. Così in un prisma retto a base romboidale i quattro spigoli laterali sono uguali; ciò non ostante essi sono di due specie diverse: perchè due si trovano nella intersezione di piani riuniti ad angolo acuto, e gli altri due stanno ai vertici di angoli diedri ottusi.

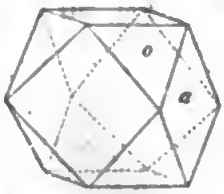

Fig. 45.

7ª S'appellano *angoli della stessa specie* quelli che sono formati dallo stesso numero di facce, e colla stessa inclinazione di queste. Il dodecaedro (fig.44.) romboidale à gli angoli di due specie: mentre sei (*a*) sono uguali fra loro ed a tre facce, ed otto (*o*) sono a quattro facce e parimenti uguali tra loro.

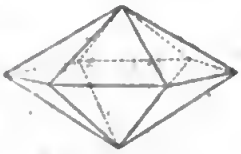
Fig. 46.

8ª Si denomina *semplice* la figura costituita da facce tutte simili, come sarebbe il cubo (fig.42.), l'ottaedro regolare (fig.43.), il dodecaedro pentagonale (fig.33.), il dodecaedro esagonale (fig. 46.). Ma la semplicità di una figura, a parità del resto, spesso si desume dal minor numero delle sue facce. Sotto questo riguardo il tetraedro (fig.47.), che à 4 sole facce, è la più semplice delle figure, poi viene il prisma (fig.48.) triangolare, che ne à 5, e quindi il parallelepipedo (fig.49.) che è formato da 6.

Fig. 47.

9ª Figura *composta* vien detta quella che è formata da facce di specie diversa. Il cubottaedro (fig. 50.), verbigrazia, è figura composta; dacchè risulta da quadrati (*a*) e da triangoli (*o*).

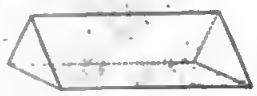
Fig. 48.

10ª Le figure composte si considerano ancora come la combinazione di più figure semplici; e si chiamano *combinazioni*. Il

cubottaedro (fig.50.), poichè à i 6 quadrati del cubo, e gli 8 triangoli dell'ottaedro, si denomina una *combinazione del cubo coll'ottaedro.*

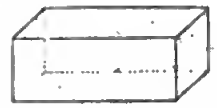

Fig. 49.

11ª Se in una figura composta una delle figure semplici, che entra in combinazione colle altre, è più sviluppata di tutte, e dà al cristallo il suo aspetto generale, essa stessa viene chiamata *figura dominante.*

12ª Le altre forme semplici meno sviluppate prendono il nome di *forme secondarie*, e *forme modificanti.* Combinandosi, a cagion d' esempio, il cubo coll'ottaedro può essere dominante o il primo (fig. 51.), o il secondo (fig. 52.).

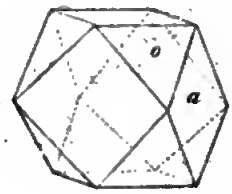

Fig. 50.

13ª Quando in una combinazione di parecchie figure semplici, uno spigolo della forma dominante (fig. 53.) è sostituito da una faccia (*b*) parallela a questo spigolo, si dice che lo spigolo è *troncato*; e la faccia modificante (*b*) è denominata *faccetta di troncatura.* Si usano le stesse appellazioni per rappresentare le facce, che sostituiscono si non agli spigoli, ma (fig.52.) agli angoli solidi.

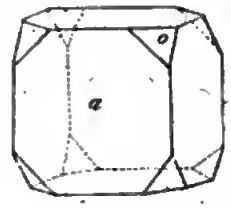

Fig. 51.

14ª Questa faccia di troncatura può essere inclinata ugualmente sulle due facce della forma dominante, che comprendono lo spigolo troncato, ed allora si dice che è *diritta* o *tangente.* In caso contrario si chiama *troncatura obliqua.*

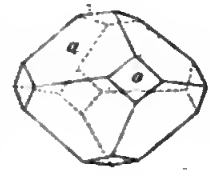

Fig. 52.

15ª Quando una faccia della troncatura obliqua d'un angolo si trova inclinata ugualmente sulle due facce, che formano uno degli spigoli di quest'angolo, si dice che la troncatura *posa simetricamente sullo spigolo.* Nel caso contrario si dice che essa *posa sullo spigolo obliquamente.*

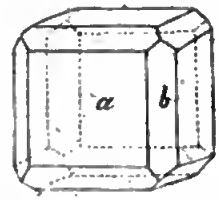

Fig. 53.

16ª Come pure suol dirsi che una faccia *posa simmetricamente sopra una faccia* della forma dominante, quando la linea d'intersezione delle dette due facce forma angoli uguali ai due spigoli adiacenti della faccia dominante: se no, si dice che posa *obliquamente*.

17ª Se gli spigoli della forma dominante (fig. 54.) sieno sostituiti da due facce (*b*, *c*) parallele ad essi, ed ugualmente inclinate sulle facce adiacenti, si dice che lo spigolo è sostituito da un' *ugnatura*.

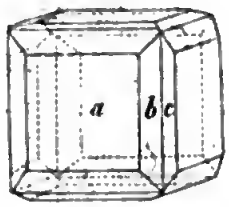

Fig. 54.

18ª Ove poi un angolo della forma dominante venga sostituito da un altro angolo più ottuso (fig. 55.), suol dirsi che si è fatta una *smussatura*.

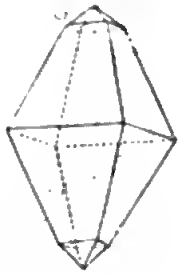
Fig. 55.

19ª Il fenomeno di più cristalli che si riuniscono con simmetria (fig. 56.), come nella staurotide (fig. 57.), vien denominato *geminazione*.

20ª Quello poi di due mezzi cristalli (fig. 58.), che sembrano aver girato uno intorno all'altro (fig. 59.), è detto *emitropia*, e *trasposizione*.

21ª I mineralogisti chiamano *geode* una roccia cava, le cui pareti interne sieno coperte di cristalli.

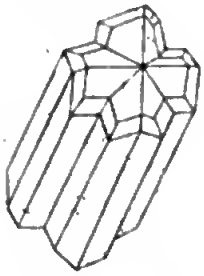
Fig. 56.

22ª Un cristallo compiuto in ogni sua parte, come un diamante sotto forma di ottaedro finito, o un granato di Frascati in dodecaedro romboidale, si chiama *omoedrico*.

23ª Un minerale, che non si offre sotto l'aspetto di cristallo, nè mostra di esser composto di visibili cristalli, dai mineralogisti vien chiamato *amorfo*; ed *amorfismo* il fatto. Così si dice amorfo un ammasso di frantumi cristallini tutti spezzati ed incompiuti.

30. Leggi della cristallizzazione. — Quando si principiò a studiare i cristalli, si sperò che la forma di un cor-

po potesse essere indizio sufficiente per riconoscerlo. Ma presto si vide, che più sostanze diverse cristallizzano sotto la stessa forma, e per converso una medesima sostanza assume forme svariatissime. La prima cosa non toglierebbe in tutto il vantaggio accennato, in quanto che ristringerebbe almeno il campo del dubbio. La seconda poi riceve nel fatto una limitazione: perchè le varie forme, assunte da una medesima sostanza, possono ridursi tutte ad una medesima e determinata classe. A comprendere tal cosa giova stabilire prima le leggi, che regolano il fatto della cristallizzazione, e determinare il senso dei vocaboli adottati a rappresentarli.

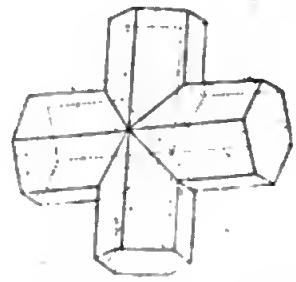

Fig. 57.

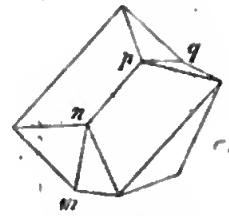

Fig. 58.

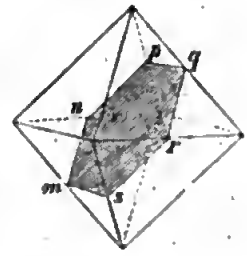

Fig. 59.

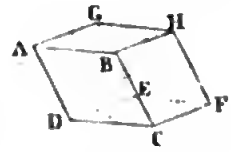

Fig. 60.

1. LEGGI. 1ª *Una sostanza cristallina non si rompe con facilità, che secondo alcuni piani levigati e costantemente inclinati fra loro.* Infatti se un cristallo, poniamo di spato d'Islanda, riceva un colpo secco, si spartisce in più lamine a facce pulimentate e parallele; le quali alla loro volta si scompongono in più romboedri (fig. 60.). Spesso è assai più facile la frattura in una direzione che in ogni altra, come accade nel gesso, o solfato di calce cristallizzato, detto volgarmente *specchio d'asino*: e allora tale sostanza si scompone assai agevolmente in lamine regolarissime; ma vi sono ancora due o tre altre direzioni, nelle quali la sostanza si divide in modo, che le due facce di frattura sono piane e levigatissime. Che se talora non riesce tanto facile effettuare tal divisione; ciò non ostante si vede abbastanza, col solo

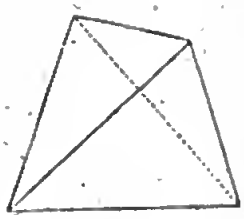

Fig. 61.

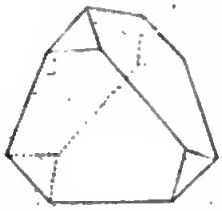

Fig. 62.

Fig. 63.

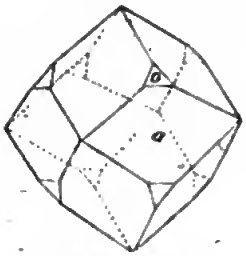

Fig. 64.

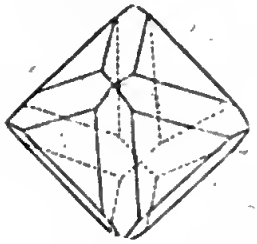

Fig. 65.

riguardare con qualche attenzione il cristallo, che essa è preparata già dalla Natura proprio in certi determinati sensi.

2ª *In un cristallo di forma composta tutte le parti della medesima specie sono modificate ad un tempo, e nel modo medesimo: e reciprocamente le parti di specie diversa si modificano isolatamente o differentemente.* Imperocchè spesso una medesima sostanza s' incontra sotto forme composte, ognuna delle quali (**29.** II.10ª) può considerarsi come una forma semplice modificata in un certo modo. Talvolta sarà un tetraedro (fig.61.) con i suoi quattro angoli tagliati e sostituiti (fig. 62.) da quattro triangoli; tale altra sarà un ottaedro regolare (fig.63.) coi suoi sei angoli troncati e suppliti da sei quadrati: oppure sarà un dodecaedro romboidale (fig. 64.), i cui angoli a tre facce si sono tramutati in tanti triangoli. Ebbene: da un gran numero di fatti si raccoglie, che quando tutti gli spigoli di un cristallo sono della specie medesima, essi si trovano o tutti intatti, o tutti modificati nella maniera medesima. Così quelle sostanze che cristallizzano in cubi o in ottaedri regolari, spesso si veggono sotto forma di un cubo, in cui tutti gli angoli sono tagliati a facce triangolari (fig. 51.), o tutti gli spigoli sono sostituiti da una troncatura tangente (fig. 53.), o da un' ugnatura (fig. 54.); oppure sotto forma di ottaedro, i cui dodici spigoli (fig. 65.) sono suppliti da altrettanti esagoni simmetrici. Quando poi vi sono più specie di spigoli o di angoli, vi sono altrettante specie di modificazioni, che possono stare isolate. Come si vede in un dodecaedro romboidale (fig. 64.), in cui, essendovi angoli a

tre e a quattro lati, possono mostrarsi tagliati i soli angoli a tre facce. Parimenti negli ottaedri a base quadrata (fig.66.), cioè formati da otto triangoli isosceli uguali; o in quelli a base rettangolare (fig. 67.), terminati cioè da otto triangoli isosceli, ma uguali due a due; o in quelli a base rombica (fig.68.) non si rinvengono tagli in tutti gli angoli, o troncature su tutti gli spigoli, ma solamente sugli angoli e spigoli della stessa classe (fig 69.). Nel prisma quadrato bipiramidale si troveranno le troncature solamente sugli spigoli o sulle basi orizzontali. Accade sovente che in un ottaedro di simil fatta tutti gli spigoli, sebbene ve ne sieno di due specie, si ritrovino modificati ad un tempo; ma allora lo sono differentemente. Dacchè la misura degli angoli fa vedere, che ciascuna faccetta di troncatura, fatta sugli spigoli di una specie, cioè sui laterali, è diretta; quella poi fatta sugli spigoli delle basi, che sono di un'altra specie, presenta due sorta d'inclinazioni, una sulla base, l'altra differente sull' adiacente faccia laterale. Quindi è che il prisma, così modificato, differisce dal cubo, modificato parimente su tutti gli spigoli. Al modo stesso, allorchè uno spigolo si ritrova all' intersezione di due facce uguali, la troncatura o l'ugnatura è simmetricamente posata verso le due dette facce: invece questa è sempre obliquamente posata, quando si trova fra due facce disuguali.

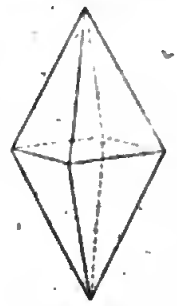

Fig. 66.

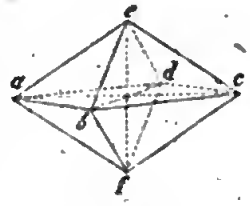

Fig. 67.

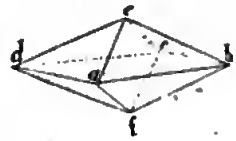

Fig. 68.

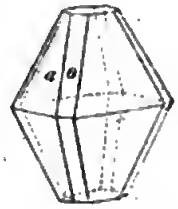

Fig. 69.

3ª *Prendendo per unità la larghezza del cristallo, o l'ampiezza della sua base, le varie altezze, che assume una data sostanza nei diversi cristalli, stanno fra loro in rapporti razionali e semplici.* A comprendere il senso di questa legge è da sapere, come una data sostanza non assume

sempre la stessa figura nelle medesime dimensioni angolari. Ed in vero, se si prescinde dal tetraedro, dal cubo, dall'ottaedro regolare, dal dodecaedro o romboidale o pentagonale, e simili; tutte le altre figure, conservando il medesimo tipo, possono variare assai nelle dimensioni angolari. Per esempio, un ottaedro a base quadrata, o rettangolare, o rombica può essere più o meno allungato, più o meno schiacciato (fig. 70. 71. 72.); altrettanto dicasi del dodecaedro bipiramidale (fig. 73. 74. 75.). In somma vi è un numero indefinito di ottaedri a base quadrata, rettangolare,.... e di dodecaedri esagonali. Or bene: una sostanza, la quale cristallizza, a cagion d'esempio, in ottaedri a base rettangolare o in dodecaedri assumerà proporzioni diverse fra la larghezza della base e l'altezza del cristallo; ma questa varietà medesima non è abbandonata al caso. Chè sempre frà la larghezza e l'altezza si ritrovano rapporti razionali e semplicissimi. Per dire una cosa, poniamo che la base di un cristallo di una certa sostanza sia larga centimetri 3: si può essere certi che l'altezza sua sarà centimetri o 6, o 9; ovvero 1, 5, o anche 1; ma non mai 4, nè 5, nè 8, nè 1,45, nè 1,3.

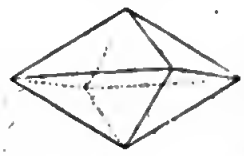

Fig. 70.

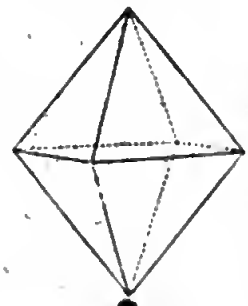

Fig. 71.

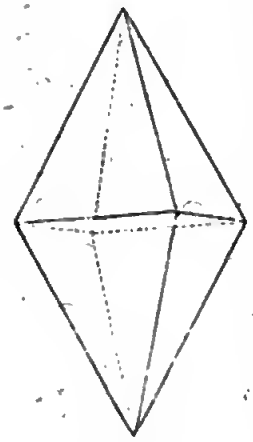

Fig. 72.

II. SCOLIO. La seconda legge soffre nel fatto molte eccezioni: queste per altro possono farsi rientrare nella regola generale, purchè si ammetta che la diversità di specie nelle parti di un cristallo non sempre risulta da difetto di simmetria geometrica; ma spesso nasce dalla mancanza di medesimezza nella sua struttura interna.

III. DEFINIZIONI. 1ª I piani, nei quali naturalmente si dividono le sostanze cristalline, si dicono piani di *sfaldatura*, e con voce straniera di *clivaggio*.

2ª Si chiama *sfaldatura*, *divisione meccanica*, e da taluni anche *clivaggio* il fatto stesso di spartire un cristallo in quelle parti regolari, che in esso sono già naturalmente distinte.

3ª Il poliedro o quasi nocciolo, che si ottiene sfaldando un cristallo qualunque in tutti i sensi, nei quali la sfaldatura è già tracciata naturalmente, si chiama *solido di sfaldatura*.

4ª La seconda legge dei cristalli, superiormente esposta, si chiama *legge di simmetria*.

5ª Le anomalie, che si rincontrano contro la legge di simmetria, sono state designate sotto il nome di *emiedria*. E si chiama *emiedrica* la forma di un cristallo (fig. 76.) modificato non in tutte, ma in alcune sole parti della stessa specie.

IV. COROLLARIO. Dalla prima legge dei cristalli discende, che dunque il solido di sfaldatura è identico nelle diverse forme cristalline, che assume una medesima sostanza. Dacchè nei cristalli non solo si trovano già preparati dalla Natura medesima dei piani levigati, secondo i quali per un leggiero colpo il cristallo si spartisce quasi da sè; ma l'inclinazione mutua di questi piani (come nella prima legge è asserito) è costante per una medesima sostanza, nelle varie forme, che essa assume. Così la calce carbonata assume un numero grandissimo di figure assai svariate; le quali per altro colla divisione meccanica si riducono sempre ad un romboedro (fig. 60.): dacchè esso presenta tre sfaldature ugualmente facili, inclinate tra loro di 105°,5′.

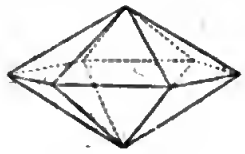

Fig. 73.

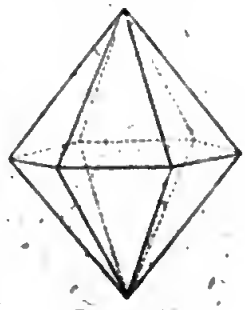

Fig. 74.

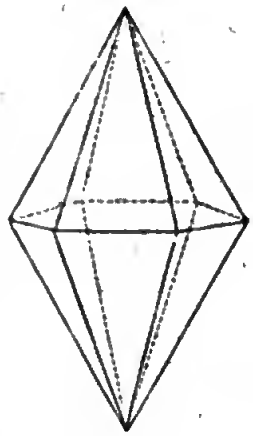

Fig. 75.

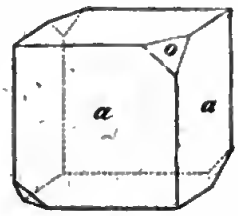

Fig. 76.

31. Metodi di derivazione delle forme cristalline. — Le varie figure o semplici o composte dei cristalli possono imaginarsi derivare l'una dall'altra, per mezzo di alcune modificazioni introdotte in alcune poche fra esse.

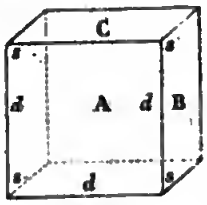

Fig. 77.

I. SCOLI. 1° Effettuando sopra una figura semplice le troncature permesse dalla legge di simmetria (30. I. 2ª), si può giungere a qualche altra figura pur semplice, dopo aver fatto trapasso per varie figure composte. 1. Si tronchino, a cagion d'esempio, gli angoli solidi di un cubo (fig.77.), ed il taglio, come esige la legge di simmetria, si effettui su tutti gli angoli, alla stessa profondità, e colla medesima inclinazione verso le tre facce adiacenti: si passa ad una figura composta (fig.78.) di 8 triangoli equilateri (*o*), e 6 ottagoni (*a*), ognuno dei quali à i lati opposti uguali, quattro a quattro.

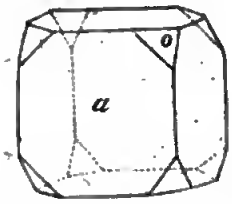

Fig. 78.

Profondando ugualmente tutti i tagli, gli 8 triangoli s'ingrandiscono, e le altre 6 facce divengono ottagoni equilateri (fig.79.). Andando oltre al modo medesimo, gli ottagoni prima si tramutano in simmetrici coi lati uguali quattro a quattro, essendo maggiori (fig. 80.) quelli comuni coi triangoli, poi si convertono in 6 quadrati inversi ai primitivi, aventi cioè gli angoli alla metà degli spigoli di prima (fig. 81.), e gli 8 triangoli s'ingrandiscono ancora. Procedendo avanti a profondare i tagli, s'impiccoliscono sempre più i 6 quadrati, e gli 8 triangoli si convertono in tanti esagoni, prima (fig.82), coi lati uguali tre a tre alternamente, poi (fig.83.) equilateri; quindi un' altra volta (fig.84.) uguali tre a tre alternamente, ma in guisa che i lati minori sieno anche lati dei quadrati. Finalmente col proseguire i tagli, s'impiccoliscono ulte-

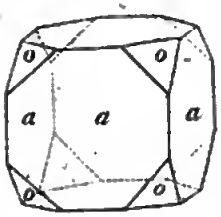

Fig. 79.

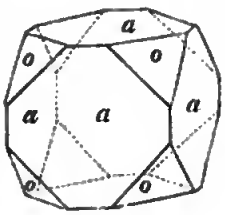

Fig. 80.

riormente i quadrati, che sono formati sui lati minori degli esagoni; di maniera che essi finiscono col ridursi ad un sol punto e così svaniscono: e allora tutta la figura costa di 8 triangoli equilateri; in breve, è mutata in un ottaedro regolare (fig. 85.).

11. Viceversa, l'ottaedro regolare si converte in cubo. Di fatto, effettuando sopra tutti i sei angoli solidi dell'ottaedro (fig. 85.) sei tagli uguali, ed ugualmente inclinati verso le facce adiacenti, nascono 6 piccoli quadratini (fig. 84.), e gli 8 triangoli divengono 8 esagoni coi lati uguali fra loro alternamente tre a tre. Profondando da per tutto ugualmente i tagli, i 6 quadrati (fig. 83.) s'ingrandiscono, e gli 8 esagoni divengono equilateri. Poscia ingrandendosi sempre più i 6 quadrati, gli 8 esagoni riprendono un'altra volta i lati uguali tre a tre; ma inversamente: perchè ora i tre lati più grandi (fig. 82.) sono quelli che prima erano i più piccoli, e che posano sui quadrati. Dopo ciò, ingrandendo ancora sempre più i 6 quadrati, spariscono i lati minori degli 8 esagoni (fig. 81.), e questi si convertono in 8 triangoli equilateri. Seguitando a profondare i tagli, s'impiccoliscono gli 8 triangoli; e i quadrati diventano 6 ottagoni, prima (fig. 80.) a lati uguali quattro a quattro alternamente (essendo maggiori i lati comuni ai triangoli), poi a lati tutti uguali (fig. 79.); quindi nuovamente coi lati uguali quattro a quattro, ma inversamente, essendo minori i lati comuni ai triangoli (fig. 78.). Finalmente collo spingere sempre più addentro questi tagli, i lati minori degli ottagoni (fig. 77.), e con essi gli 8 triangoli, vanno a scomparire; così

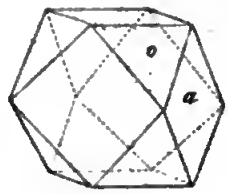

Fig. 81.

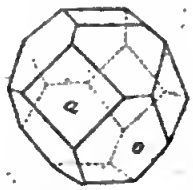

Fig. 82.

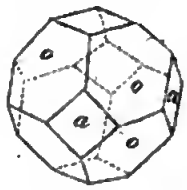

Fig. 83.

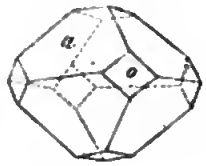

Fig. 84.

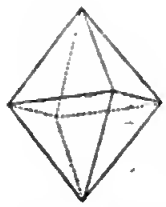
Fig. 85.

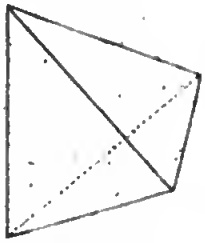
Fig. 86.

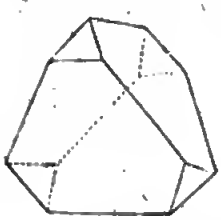
Fig. 87.

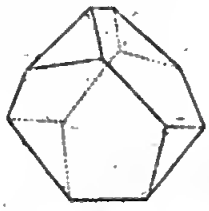
Fig. 88.

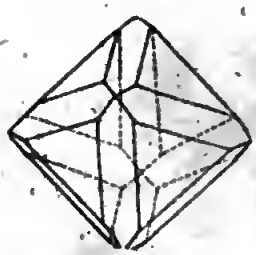
Fig. 89.

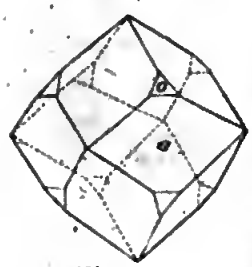
Fig. 90.

gli ottagoni diventano 6 quadrati inversi ai precedenti, e costituiscono da sè soli l'intera figura, la quale perciò si trova ridotta in un cubo. III. Ad un cubo parimenti si riduce il tetraedro (fig.86.). Infatti si taglino i quattro suoi angoli solidi con piani ugualmente inclinati su tutte le facce adiacenti; nascono 4 nuovi triangoli, e i 4 primitivi si tramutano in 4 esagoni, a lati uguali tre a tre alternamente in guisa, che i lati minori (fig.87.) stiano sui nuovi triangoli. Col profondare i tagli, i triangoli s'ingrandiscono (fig.88.), e gli esagoni divengono prima equilateri, poi da capo costano di lati uguali tre a tre, ma inversamente; e da ultimo i lati minori, che sono gli spigoli del tetraedro, scompariscono affatto, e restano i soli tre lati comuni ai triangoli. Allora tutta la figura costa di 8 triangoli equilateri: è insomma (fig. 85.) un ottaedro. Ora questo, come sappiamo, si traduce in un cubo. IV. Dall'ottaedro si può passare eziandio al dodecaedro romboidale. Imperocchè, se si imaginino troncati i 12 spigoli (fig.89.) di un ottaedro secondo la legge di simmetria, si otterrà una figura composta di 8 triangoli più piccoli, e 12 esagoni, ciascuno dei quali à due lati più lunghi, uguali fra loro ed opposti, e quattro altri, adiacenti due a due, più brevi, ma uguali parimenti tra di loro. Col profondare le troncature, è chiaro che s'impiccoliscono sempre più i triangoli, e in un con essi i due lati maggiori degli esagoni, e che poi (fig.90.) questi lati maggiori diverranno minori degli altri quattro; e finalmente spariranno affatto, ed ecco il dodecaedro romboidale (fig. 91.). V. Lo stesso risultato

Google

si ottiene troncando, secondo la legge di simmetria, gli spigoli di un cubo (fig. 92.). I 6 quadrati, che ne nascono, diverranno sempre più piccoli fino a ridursi ad un punto, ed i 12 esagoni si tramuteranno in 12 rombi. VI. Ove poi su di un cubo si facciano le ugnature, secondo la legge di simmetria (fig. 93.), evidentemente se ne avrà un tetrachisesaedro (fig. 94.), solido chiuso dentro 24 triangoli.

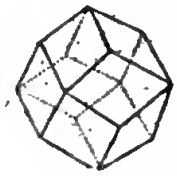

Fig. 91.

2° Abbiamo già (28. II. 10ª) accennato, che le figure composte possono considerarsi come il risultato di due o più figure semplici. Quando gli angoli solidi di un ottaedro (fig. 82, 83, 84.) sono sostituiti da faccette piane quadrate, si à una combinazione del cubo e dell'ottaedro. Quando l'ottaedro invece à le troncature (fig. 89.) su tutti gli spigoli, si considera come la combinazione dell' ottaedro medesimo col dodecaedro romboidale. Come parimente, se quest'ultimo abbia i suoi otto angoli a tre facce sostituiti (fig. 90.) da otto triangoli, si ritiene che siasi combinato col cubo. Al modo medesimo sono considerate quasi altrettante combinazioni del cubo coll'ottaedro tutte quelle figure, nelle quali (fig. 78, 79, 80.) il cubo à 8 triangoli in sostituzione dei suoi angoli solidi. Un tetraedro cogli angoli tagliati in quattro triangoli (fig. 87.) si riputa il risultato della combinazione di due tetraedri (fig. 86.) uno inverso all'altro.

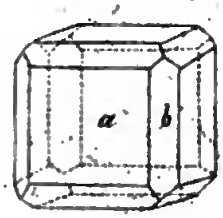

Fig. 92.

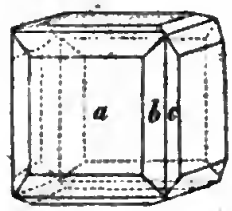

Fig. 93.

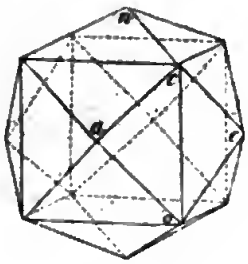

Fig. 94.

3° Agli stessi risultati, ai quali si giunge supponendo i cristalli modificati secondo la legge di simmetria, si giunge ancora colla prolungazione delle facce alterne. Si prenda (fig. 95.), a cagion d'esempio, un ottaedro (*abcdmn*), e s'intenda prolungata una sua faccia (*anb*), ne nasce un piano indefinito (*gih*): poscia

si supponga prolungata la faccia (*cnd*) alterna alla prima (*anb*), ne nasce un altro piano, che taglia e limita il primo (*gih*) colla retta (*gnh*): quindi si prolunghi un altro triangolo (*amd*), e se ne ottiene un piano (*kgi*), che taglia i due antecedenti (nelle rette *gk*, *gi*): finalmente, col supporre un piano sulla faccia (*bmc*) alterna a quest'ultimo triangolo (*amd*), si ottiene un altro triangolo (*kih*) limitato dagli antecedenti piani: ed ecco il tetraedro (*ghik*). Al modo medesimo in un dodecaedro bipiramidale (fig. 96.) si prolunghino le facce alterne colla stessa legge, e si riesce ad un romboedro.

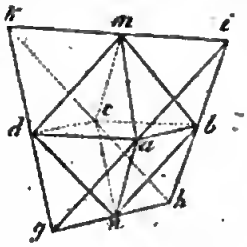

Fig. 95.

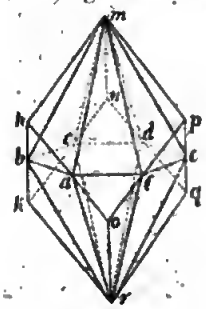

Fig. 96.

4° Anche col metodo della sovrapposizione di lamine decrescenti, si giunge ai risultati medesimi. Questo metodo consiste nell'ideare, che su ciascuna faccia (per esempio *cedo*) di un cristallo (fig. 97.) venga a posarsi prima una lamina di figura simile alla faccia medesima, ma alquanto più ristretta in ogni senso; poi su questa prima una seconda, parimente più ristretta della prima in ogni lato; e così di seguito. 1. Se ciò si effettuasse sopra una faccia di un cubo, verrebbe a costituirsi su di essa una scalinata in forma quasi di piramide a base quadrata. Ove poi la grossezza delle singole lamine fosse tenuissima, sparirebbe la scalinata, e si avrebbe una vera piramide. Effettuando la cosa medesima sopra tutte le 6 facce del cubo, possono tenersi due metodi: o la spessezza delle singole lamine si fa uguale esattamente alla semidifferenza, che passa fra i loro lati, e quelli vuoi delle facce del cubo, vuoi delle lamine sottoposte, oppure la detta spessezza si fa minore della nominata semidifferenza: in altri termini, o i singoli

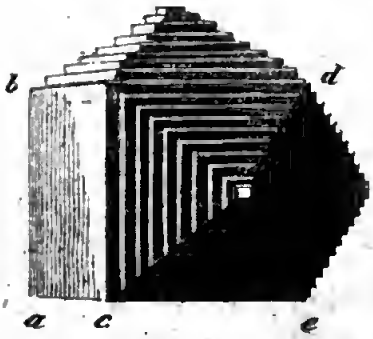

Fig. 97.

scalini sono tanto alti quanto larghi, o meno alti che larghi. Nel primo caso si à un dodecaedro romboidale (fig.98.), nell'altro un tetrachisesaedro (fig.94.). Non si fa il caso degli scalini più alti che larghi; perchè ne nascerebbe una figura ad angoli rientranti, la quale non potrebbe rappresentare che un cristallo mostruoso. II. Se poi le lamine non fossero quadrate, ma solo rettangolari, ossia avessero due lati opposti più ristretti degli altri due opposti pure fra loro, e di più il senso della parte più ristretta alternasse sulle singole facce; si otterrebbe (fig.100.) un sistema di scalinate, che coll'assottigliare delle lamine ritornerebbe in un dodecaedro (fig. 99.) pentagonale.

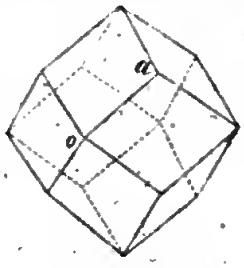

Fig. 98.

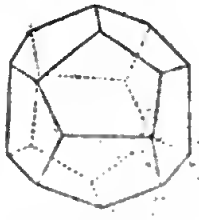
Fig. 99.

II. COROLLARII. 1° La derivazione delle figure, ottenuta con modificazioni eseguite secondo la legge di simmetria, è reciproca. Infatti abbiamo veduto (I. 2°) che come dal cubo si ottiene l'ottaedro, così dall'ottaedro stesso si ricava il cubo; se dal tetraedro si trae l'ottaedro, anche questo può trasformarsi in quello; e che non solo il cubo si trasforma in dodecaedro, ma anche viceversa.

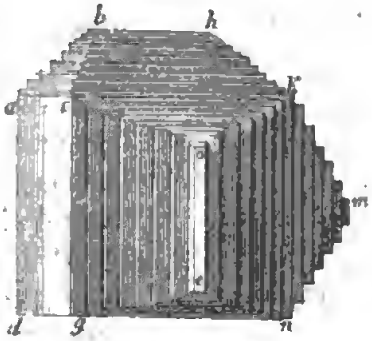

Fig. 100.

2° Dunque tutte le varie figure composte, assunte da una medesima sostanza nel cristallizare, possono intendersi derivare una dall'altra per modificazioni simmetriche. Dacchè in forza della legge di simmetria (**30.** I. 2ª), se una data sostanza ci si offre sotto forme composte, queste non sono che quelle, le quali potrebbero nascere da modificazioni effettuate, su di una figura semplice, secondo la legge medesima di simmetria.

III. SCOLII. 1° Si avverta che in fatto, se una data sostanza si trova non solo sotto varie figure composte, ma anche sotto

figure semplici diverse, queste sono appunto quelle, che potrebbero derivare una dall'altra per mezzo di modificazioni, effettuate secondo la legge di simmetria.

2° In natura, oltre i cristalli di figure composte, se ne trovano di quelli, nei quali le facce alterne sono più sviluppate delle intermedie; e degli altri ancora, che mostrano abbastanza le sopraddette scalinate o sovrapposizioni di lamine decrescenti.

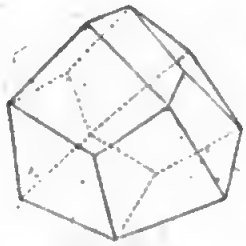

Fig.101.

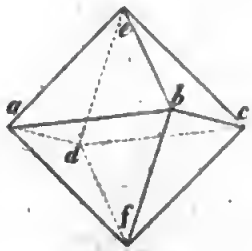

Fig.102.

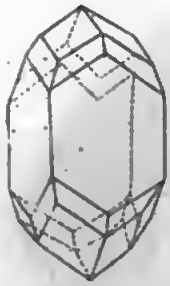

Fig.103.

32. Prima sistemazione dei cristalli. — Passeremo ora ad esporre la prima classificazione delle forme cristalline.

I. DEFINIZIONI. 1ª Ciascun gruppo di cristalli, contenente tutte quelle forme cristalline, che sono collocate nella medesima classe, si chiama *sistema*.

2ª Si dice forma *primitiva* quella, dalla quale varie altre possono dedursi, adottando uno qualunque dei metodi per la loro derivazione.

3ª Le figure poi, che si ottengono (**31**. I.) col modificare la forma primitiva, sono chiamate *forme secondarie* o *derivate*.

4ª Viene denominata *tipo* o *forma tipica* quella figura generica, la quale geometricamente abbraccia varie specie di figure. Per esempio il parallelepipedo è una figura generica, che abbraccia il cubo, il prisma a base quadrata, quello a base rettangolare, l'altro a base di rombo, e via dicendo.

5ª Le varie figure che differiscono fra loro (**30**. I.3ª) nelle dimensioni angolari, ma ànno il medesimo nome specifico, costituiscono, prese insieme, ciò che dicesi una *serie*.

6ª La figura, le cui dimensioni in una data serie si prendono per unità, si chiama figura *fondamentale* ed anche figura *principale*.

II. CANONE. Abbiamo veduto (**31**. I. 2°) che molte forme cristalline possono dedursi una dall' altra per mezzo di mo-

Digitized by Google

dificazioni regolate dalla legge di simmetria; e che (**31. II.2°**) una medesima sostanza, se assume varie figure, queste son quelle appunto, che possono derivare da una di loro modificata secondo la legge medesima. Ebbene: il primo metodo di classificazione fu tolto precisamente da questa legge; e fu stabilito il seguente canone: quei cristalli appartengono ad un medesimo sistema, i quali possono derivare uno dall'altro collo sfaldarli o troncarli secondo la legge di simmetria.

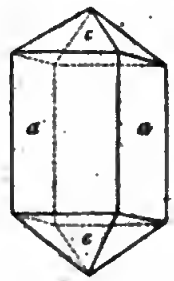

Fig.104.

III. SCOLII. 1° Sistemando dietro il sopraddetto canone le forme cristalline, ne risultano 6 sistemi.

2° I sistemi si sogliono distinguere uno dall' altro coi numeri ordinali; ma non è stata adottata una convenzione unica sull' applicazione di questi numeri.

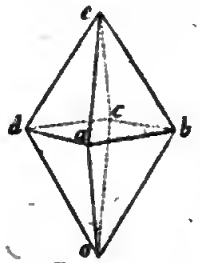

Fig.105.

3° Ad evitare gli equivoci, i quali potrebbero nascere dalla difformità che s'incontra nei numeri rappresentanti i sistemi, si suole ciascuno di questi indicare colla figura primitiva; dicendosi: *sistema cubico*, *sistema romboedrico*, ecc.

4° Possono i sei sistemi ordinarsi nel seguente modo. *Sistema I*, detto anche *sistema cubico*. A cui, oltre molte altre figure, vuoi semplici (fig.77, 86, 91, 98, 101.), vuoi composte (fig. 64, 65, 81, 91, 93.), si riferisce l' ottaedro regolare (fig. 102.), il quale è costituito da due piramidi opposte, ciascuna delle quali è impiantata sulla medesima base (*abcd*) quadrata, e chiusa da quattro triangoli (*abc*, *bec*, ... *afb*, *bfc* ,...) equilateri. *Sistema II*, o *prismatico quadrato*. A cui oltre il prisma a base quadrata, e varie figure composte (fig. 55, 69, 103, 104.), si riporta l'ottaedro simmetrico (fig. 105.), il quale costa di 8 triangoli isosceli uguali (*aeb*, *bec*, ...), costituenti due piramidi posate sulla stessa base quadrata (*abcd*). *Sistema III*, che suole anche dirsi *prismatico rettan-*

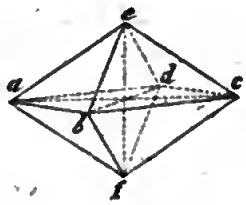

Fig.106.

golare, o *romboidale retto*. Al quale spetta tanto l'ottaedro retto (fig. 106.) a base rombica (*abcd*), costituito da 8 triangoli scaleni uguali (*aeb*, *afb*, ...); quanto l'ottaedro retto a base rettangolare, formato da 8 triangoli isosceli di due specie, uguali quattro (*aeb*, *ced*, *afb*, *cfd*) a quattro (*aed*, *afd*, *bec*, *bfc*); non che varie figure composte (per esempio fig. 107.). *Sistema IV*, che è chiamato *prismatico rettangolare o romboidale obliquo*. A questo fra le altre (fig. 108.) appartiene sì l'ottaedro obliquo (fig. 109.) a base (*abcd*) di rombo, e costituito da 8 triangoli scaleni di due specie, uguali cioè quattro a quattro; come l'ottaedro a base di rettangolo formato da 4 triangoli scaleni uguali, e da 4 isosceli di due specie. *Sistema V*, il quale appellasi ancora *prismatico obliquo a base di parallelogrammo obliquangolo*. A cui si deve riferire l'ottaedro obliquo (fig. 110.) costituito da 8 triangoli scaleni di 4 specie diverse; cioè uguali due per due ed alcune figure composte (fig. 111.). *Sistema VI*, che può anche dirsi *romboedrico*. Al quale dee riportarsi il dodecaedro esagonale (fig. 112.) chiuso da 12 triangoli isosceli uguali; ed al quale appartiene un gran numero di figure composte (fig. 113, 114.).

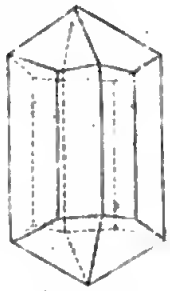

Fig. 107.

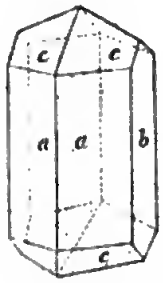

Fig. 108.

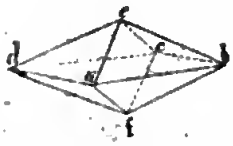

Fig. 109.

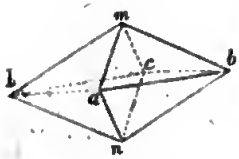

Fig. 110.

5° Anzi le figure primitive dei varii sistemi possono ridursi tutte ad un sol tipo, per esempio, al prisma. Allora ognuna di esse sarà una specie diversa della stessa figura generica; e si dirà: sistema prismatico rettangolare retto, e via discorrendo. Quando per forma tipica volesse adottarsi l'ottaedro, converrebbe fare un' eccezione pel sistema, a cui appartiene il romboedro; ed assumere, per questo solo, come forma primitiva il dodecaedro esagonale.

Digitized by Google

IV. COROLLARIO. Dunque tutte le forme, sotto le quali cristallizza una data sostanza, appartengono ad un medesimo sistema. Imperocchè ciascun sistema contiene quelle sole figure, che possono derivare una dall'altra, quando qualcuna di loro venga modificata secondo la legge di simmetria. Ma anche le varie forme assunte da una data sostanza di regola generale sono quelle, che soddisfano alla condizione medesima. Per conseguenza, prescindendo da ogni eccezione, può ritenersi che se una data sostanza si configura in cristalli di forma diversa, codeste forme varie appartengono per altro ad un sistema solo.

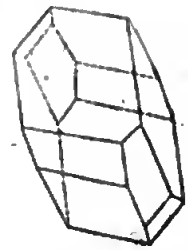

Fig.111.

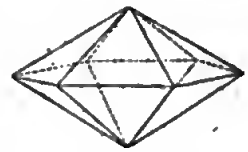

Fig.112.

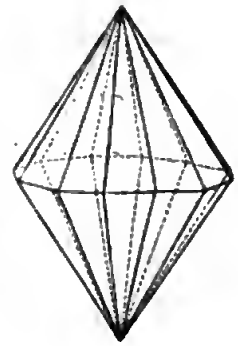

Fig.113.

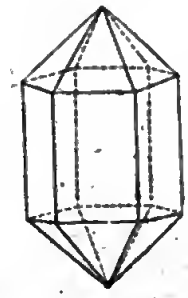

Fig.114.

33. Sistemazione moderna dei cristalli.— Lo studio dei cristalli è, a dir vero, assai moderno: dacchè fino alla metà del secolo scorso le forme regolari del diamante, e del cristallo di rocca furono riguardate come bizzarrie della Natura, non come la legge della coesione de' minerali. Pare che Linneo abbia sospettato pel primo quest' ultima cosa: ma certamente Romeo Delisle nel 1772 posò le basi della cristallografia annunciando che una data sostanza prende stabilmente le medesime forme. Ciò non ostante già vi sono delle considerazioni e dei metodi più o meno antichi intorno alla cristallografia: e le varie forme cristalline dapprima furono classificate sotto un certo riguardo; ma più recentemente lo furono sotto un altro diverso. Noi abbiamo già esposto la prima classificazione, ed ora diremo brevemente della posteriore. Ma il principio, da cui questa discende, non può essere inteso a dovere, se prima non si mandino innanzi alcune notizie.

I. DEFINIZIONI. 1° Si dicono *assi* di un cristallo certe rette che passano pel centro della figura, e attorno alle quali, in ogni cristallo di figura semplice, tutte le facce sono disposte simmetricamente.

2° Quando tra gli assi di un cristallo se ne trova uno singolare o differente dagli altri, questo si denomina *asse principale*, e tutti gli altri vengono detti *assi secondarii*.

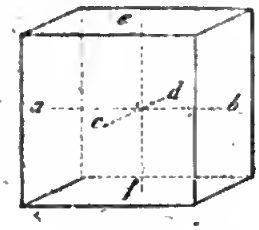

Fig. 115.

II. SCOLII. 1° In un medesimo cristallo possono trovarsi più ordini di assi. Così in un cubo (fig.115.) sono assi le tre rette (*ab*, *cd*, *ef*), che congiungono fra loro i centri delle facce opposte. Sono anche assi, ma in un altro ordine (fig.116.), le quattro rette (*ab*, *cd*, *ef*, *gh*), le quali terminano ai vertici degli angoli solidi opposti. Lo sono parimente, ma in un ordine anche diverso (fig. 117.), le sei rette (*ab*, *cd*, *ef*, *gh*, *lm*, *ik*), le quali riuniscono i punti medii degli spigoli opposti. Ebbene, suole adottarsi in cristallografia l'ordine più semplice di assi.

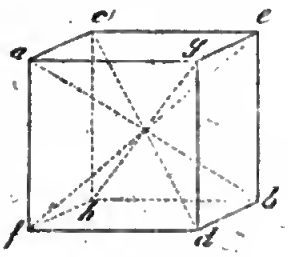

Fig. 116.

2° Nel cubo, nell' ottaedro regolare, e simili figure, nelle quali tutti gli assi sono uguali e similmente posti, come pure nell' ottaedro obliquo a base di parallelogrammo obliquangolo, e nelle altre figure, nelle quali tutti gli assi sono disuguali e disugualmente inclinati fra loro, la scelta dell'asse principale è arbitraria.

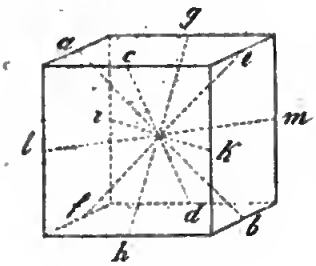

Fig. 117.

3° Nello studio della cristallografia, per evitare gli equivoci, si sogliono i cristalli supporre collocati in una certa posizione. Comunemente s' immagina verticale l' asse che è, o che s'intende essere, principale; e di più si orienta collocando, a cagion d'esempio, uno degli assi secondarii nella retta che congiunge est con ovest. La collocazione del cri-

stallo, e talvolta anche la scelta dell'asse principale, sono cose arbitrarie; ma quando queste sieno state una volta determinate, debbono restare invariabili.

4° Riesce facile determinare l' ordine degli assi, e la posizione loro in una data figura, ove si consideri la derivazione della figura medesima. Mi spiego meglio. I. Ripensando alla derivazione per troncature simmetriche, si comprende come nel dodecaedro romboidale (fig. 118.) gli assi non vadano al mezzo delle facce, nè alla metà degli spigoli, o a tutti gli angoli, ma ai soli 6 angoli (*o*) di 4 facce. Perchè, se esso facciasi (fig. 115.) derivare dal cubo, gli assi di questo (assi che ad onta di tali modificazioni restano fissi al posto loro) andranno a terminare agli incrocicchiamenti opposti dei quattro spigoli. Lo stesso avviene, se si faccia derivare (fig. 119.) dall'ottaedro. Parimente gli assi di questo, ove facciasi derivare dal cubo (31. II.), debbono congiungere i vertici di tutti gli angoli opposti. Se invece si prenda l'ottaedro per figura primitiva, e si assuma l' ordine più naturale di soli tre assi che terminino agli angoli, e se ne faccia derivare il cubo; gli assi di questo congiungeranno i punti medii delle facce opposte. II. Così pure si comprende come (fig. 120.) nel tetraedro (*ghik*) gli assi (*ac*, *bd*, *mn*) congiungano i punti medii (*a*, *b*, *c*, *d*, *m*, *n*) degli spigoli opposti. Infatti con essi appunto coincidono i vertici degli angoli solidi dell'ottaedro (*am*, *dc*, *bn*), da cui deriva il tetraedro per la prolungazione delle facce alterne. Nel (fig. 121.) romboedro (*hnpqok*) poi un solo asse (*mr*) congiunge i vertici di due angoli solidi opposti, e gli altri tre (*ad*, *be*, *cf*) congiungono i punti medii di que' sei spi-

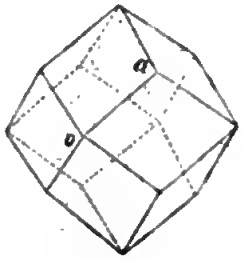

Fig. 118.

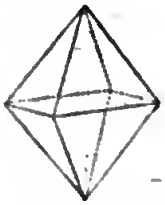
Fig. 119.

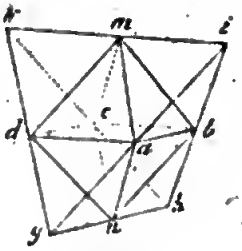

Fig. 120.

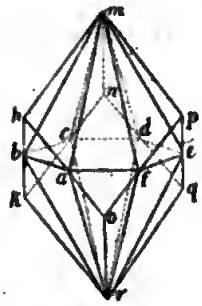

Fig. 121.

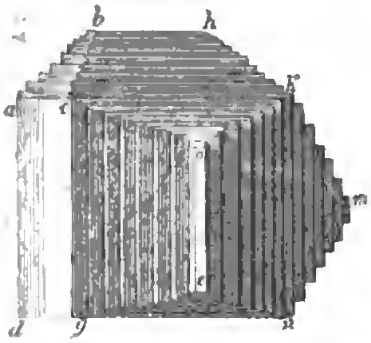

Fig. 122.

goli, i quali non pervengono ai detti angoli; perchè deriva da un dodecaedro esagonale (*mbre*) per la prolungazione delle facce alterne. III. Ove si rifletta alla derivazione del dodecaedro, per la sovrapposizione di lamine decrescenti, s'intende facilmente che, se esso è pentagonale (fig. **122.**), i tre assi debbono essere ortogonali, e terminare alla metà di certi determinati spigoli (*bh*,*oe*, *m*); se poi fosse romboidale (fig. **123.**), i tre assi congiungeranno gli angoli a 4 facce. IV. Nè è difficile ritrovare gli assi in una figura composta, ove si ponga mente, che, nel combinare fra loro le figure semplici, i loro assi debbono coincidere e confondersi insieme.

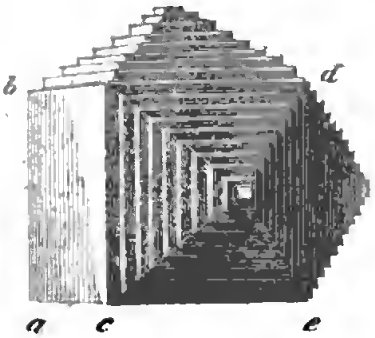

Fig. 123.

III. CANONE. Non si trovano in una stessa sostanza che quelle forme cristalline semplici, o pure, combinate fra loro, le quali ànno sistemi d'assi identici. Questa legge è il principio, su cui poggia la sistemazione dei moderni. Certamente l'allume, il sal marino, la pirite di ferro cristallizzano in cubi o anche in ottaedri regolari; ma queste figure ànno tre assi uguali ed ortogonali. Queste stesse sostanze talora prendono la figura di cubottaedro (fig. **124.**), ma questa figura composta è la combinazione delle due figure semplici sopraddette. Il romboedro si trova combinato col prisma regolare a 6 facce, che à lo stesso sistema di assi: ma non mai col cubo o coll'ottaedro, che ne à un altro diverso.

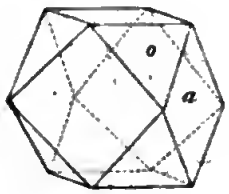

Fig. 124.

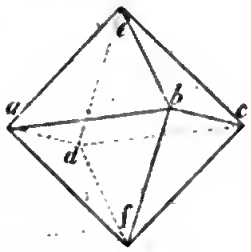

Fig. 125.

IV. COROLLARII. 1° Dunque i cristalli, i quali si ritrovano riuniti in un medesimo sistema determinato secondo il metodo primiero, si rinvengono parimenti in uno stesso sistema nel metodo dei moderni. La ragione è che, sebbene i due metodi partano da un punto di vista alquanto diverso, nondimeno l'uno e l'altro ànno per base un medesimo fatto naturale.

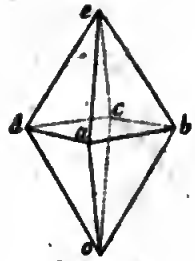

Fig.126.

2° Dunque i sei sistemi possono caratterizzarsi nella seguente maniera, per mezzo degli assi che spettano a ciascuno di loro. I. Sistema cubico (fig.125.): tre assi (*ac*, *bd*, *ef*) perpendicolari fra loro, e tutti uguali. II. Sistema prismatico quadrato (fig. 126.): tre assi (*ac*, *bd*, *eo*) perpendicolari, dei quali due soli (*ac*, *db*) sono uguali fra loro. III. Sistema prismatico rettangolare o romboidale retto (fig. 127.): tre assi (*ac*, *bd*, *ef*) perpendicolari, tutti e tre disuguali. IV. Sistema prismatico rettangolare e romboidale obliquo (fig. 128.): un solo asse (*ef*) perpendicolare sugli altri due (*ac*, *bd*) obliqui fra loro, e tutti disuguali. V. Sistema prismatico obliquo a base di parallelogrammo obliquangolo (fig.129.): tre assi (*ac*, *bd*, *mn*) obliqui, e disuguali. VI. Sistema romboedrico (fig. 130.): quattro assi, uno (*bf*) perpendicolare sugli altri tre (*gd*, *oc*, *ea*) ugualmente obliqui fra loro. [1]

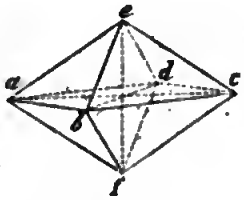

Fig.127.

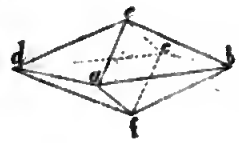

Fig. 128.

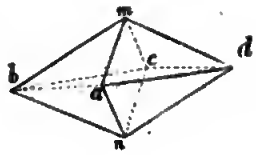

Fig.129.

34. Dimorfismo ed isomorfismo. —

I. SCOLII. 1° La regola generale già (**32.** IV.) accennata (che cioè una sostanza medesima, sebbene assuma figure diverse,

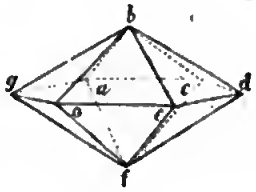

Fig.130.

1 Dei sistemi potrà aversi un'idea più chiara, se la figura tipica si suppone veduta *in pianta*. Si ponga coincidente col piano di questa pagina (fig.

queste appartengono sempre al sistema medesimo) soffre nel fatto varie eccezioni. La calce carbonata, la quale cristal-

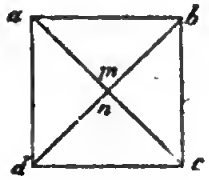

Fig.131.

131.) una base *abcd* quadrata; e s'imagini sollevarsi sulla base medesima una piramide costituita da 4 triangoli *amb*, *bmc*, *cmd*, *dma* equilateri, ed uguali; e protendersi, al di sotto della stessa base, un'altra piramide formata da altri 4 triangoli *anb*, *bnc*, *cnd*, *dna* equilateri, e però uguali agli antecedenti. Sarà questo un ottaedro regolare, formato da 8 triangoli equilateri ed uguali, tipo del primo sistema.

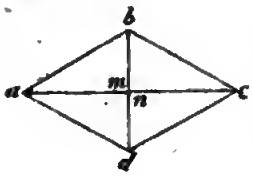

Fig.132.

Ove poi si supponga che le due piramidi sieno uguali fra loro, ma più o meno schiacciate o sviluppate, ognuna di esse sarà chiusa da 4 triangoli isosceli uguali *amb*, *bmc*,....; *anb*, *bnc*,....; e questo sarà l'ottaedro simmetrico, o l'ottaedro a base quadrata, tipo del sistema secondo, formato da 8 triangoli isosceli uguali.

Si faccia ora che la base sia un rombo *abcd* (fig. 132.), e che sulla medesima (che si suppone nel piano di questa carta) sieno piantate due piramidi uguali, una sopra col vertice in *m*, l'altra sotto col vertice in *n*. Ognuna di esse sarà costituita da 4 triangoli *amb*, *bmc*,... scaleni uguali, e il solido risulterà da 8 di tali triangoli. E questo è il tipo del terzo sistema. Per intendere chiaramente l'altro ottaedro (fig. 133.) inverso all'antecedente, donde nascono molte figure del medesimo sistema terzo, conviene imaginare che si posino (l'una sopra col vertice *in m*, l'altra sotto col vertice in *n*) sulla base rettangolare *abcd* due piramidi uguali; ciascuna delle quali sia chiusa da 4 triangoli isosceli uguali due a due. Sarà questo l'ottaedro retto a base rettangolare costituito da 8 triangoli isosceli di due specie; perchè quattro, cioè *amb*, *cmd*, *anb*, *cnd*, saranno uguali fra loro; ed uguali fra loro saranno gli altri quattro *amd*, *bmc*, *and*, *bnc*.

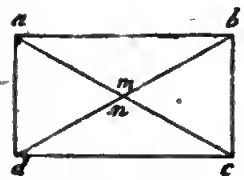

Fig.133.

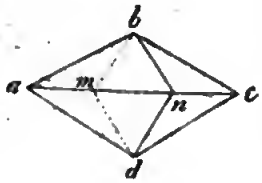

Fig.134.

Il tipo del quarto sistema sarà limpidamente capito, se sul piano della carta si finga posata la base *abcd* (fig. 134.) rombica di due piramidi oblique, riunite cioè da una linea *mn* obliqua sul piano di questa pagina, e di altezza uguale fra loro, ma variauei diversi ottaedri. Fissando bene che anche qui non à luogo veruna illusione di prospettiva, essendo il solido guardato in direzione perpendicolare alla base o alla carta, facilmente

lizzando può rivestire ben 150 diverse figure, appartiene a due sistemi differenti. Infatti talora assume le figure appartenenti al sistema romboedrico; e sotto forma appunto di romboedro si ritrova quella sua varietà, che à nome spato d'Islanda. Ma non di rado essa medesima cristallizza nel sistema prismatico rettangolare retto, nel quale essa forma ciò che chiamasi aragonite. Lo zolfo per fusione prende una forma appartenente al sistema quarto, e per via di soluzione ne prende un'altra, la quale spetta al sistema terzo. Può dirsi una cosa analoga di varie altre sostanze.

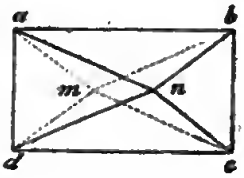

Fig.135.

si coprenderà essere il medesimo costituito da 8 triangoli scaleni di due specie; chè sono uguali fra loro i quattro *amb*, *amd*, *cnb*, *cnd*, ed uguali parimenti fra loro gli altri quattro *bmc*, *dmc*, *anb*, *and*. Ma l'ottaedro inverso del medesimo sistema a per base un rettangolo *abcd* (fig. 135.); è parimenti obliquo, dacchè la retta *mn* che ne conglunge i vertici non è normale alla base, o al piano di questa carta; ed è formato da 4 triangoli scaleni uguali fra loro *amb*, *anb*, *cmd*, *cnd*, e da 4 isosceli uguali due a due, cioè *amd*, *bnc* uguali fra loro, ed uguali pure fra loro gli altri due *bmc*, *and*.

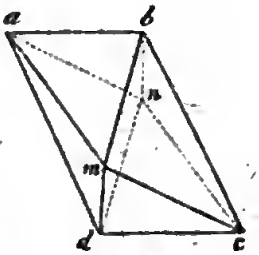

Fig.136.

Il quinto sistema à per tipo un solido, la cui base è un parallelogrammo obliquangolo *abcd* (fig.136..), che bisogna parimente procurare di imaginarsi coincidente col piano di questa pagina; ed il quale è trapassato da una retta *mn* obliqua. Quando si riesca quasi a vedere questa figura posta metà sopra la carta, e metà sotto, ed a comprendere che non vi à qui veruno effetto di prospettiva, s'intende subito, che essa è costituita da 8 triangoli scaleni di quattro specie, due dei quali *amb*, *cnd* sono uguali fra loro, due altri *amd*, *bnc* sono pure fra loro uguali; sono parimenti uguali gli altri due *dmc*, *anb*, e finalmente uguali sono pure gli ultimi due *cmb*, *and*.

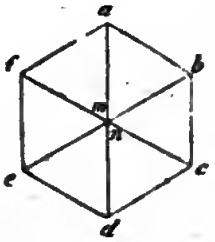

Fig.137.

Al modo medesimo potrà facilmente idearsi il tipo del sesto sistema, imaginando sollevarsi sul piano della carta una piramide, la cui base sia l'esagono regolare *abcdef* (fig.137.) ed il vertice sia *m* ed abbia un'altezza variabile, e protendersi al di sotto del piano della carta medesima un'altra piramide uguale alla prima col vertice in *n*. Evidentemente il solido costerà di 12 triangoli isosceli.

2° Vi sono dei corpi di natura diversa i quali assumono spesso la medesima forma, o almeno delle forme del medesimo genere, le quali non differiscono che per le dimensioni relative delle loro diverse parti. Si credeva dapprima che questa proprietà fosse ristretta al solo sistema cubico, in cui le figure, che ànno il medesimo nome, sono anche simili fra loro: ma poi si è veduto che essa è generale. Dappoichè, sebbene comunemente sia vero che quando le diverse sostanze assumono forme del sistema stesso, e dello stesso nome, queste sono dissimili; tuttavia accade non di rado l'opposto, o almeno la dissomiglianza è così tenue, che non si può riconoscere se non per mezzo di misure esatte. [1]

II. DEFINIZIONI. 1ª Il fatto di una sostanza, che cristallizza in due sistemi diversi à nome *dimorfismo*; *e dimorfa* si dice la sostanza medesima.

2ª Si chiamano *isomorfe* quelle sostanze, che assumono figure, le quali appariscono simili; e il fatto medesimo vien detto *isomorfismo*.

***35. Spiegazione della cristallizzazione.** — È tempo oramai di occuparci alquanto nel dar ragione dei fenomeni della cristallizzazione. Quattro cose sogliono fare maggior difficoltà a questo proposito, e sono: perchè le particelle dei solidi, nell'aggrupparsi ed attaccarsi insieme, si dispongono con ordine e simmetria, e dànno così una figura geometrica? com'è che una stessa sostanza prende figure tanto varie vuoi semplici, vuoi composte? e come avviene che in queste ultime non sempre la legge di simmetria è osservata? per qual ragione una certa materia non solo assume figure del tutto dissomiglianti, ma cristallizza anche in due diversi sistemi, e per converso sostanze totalmente differenti

1 Queste misure si prendono con istromenti che sono chiamati *goniometri*. Ve n'à uno detto *di Babinet*, il quale costa principalmente di due canocchiali. Un altro chiamato *di Wollaston* è formato di un circolo graduato, e traversato sul centro da un tubo e da un'asta girevole intorno a sè stessa. L'uso tanto dell'uno che dell'altro è molto complicato, e non interessa che quelli, i quali si dedicano esprofesso alla cristallografia. Vi sono dei goniometri anche più semplici, ma essendo essi assai imperfetti, non meritano che se ne dia la descrizione.

Digitized by Google

rivestono figure, le quali, ad onta che non appartengano al sistema cubico, ciò non ostante ci si mostrano simili? A questi difficili quesiti daremo quelle risposte, che sono al presente le più accreditate.

I. SCOLIO. 1° A spiegare la regolarità delle forme dei minerali si è avuto ricorso a varie supposizioni. I. Si è fatta primieramente l'ipotesi che gli atomi dei corpi sieno tutti sferici, e che sotto questa figura si riuniscano per fare le molecole, le stille, o le goccie dei corpi fluidi; ma che, quando queste minime sferette si attaccano solidandosi, si aggruppino in tal numero e modo da costituire certe determinate figure angolari, le più semplici di tutte, cioè o di tetraedro (fig. 138.), o di prisma triangolare (fig. 139.) o di parallelepipedo (fig. 140.). Questi solidetti geometrici sono stati chiamati *molecole integranti*. II. Si è poi anche supposto, che le molecole integranti abbiano una naturale disposizione ad unirsi in fila rettilinee per fare gli spigoli; e che queste fila rettilinee si attacchino in guisa da formare tanti piani, e quindi le facce pulimentate a specchio. III. Inoltre si è dovuto anche riconoscere nelle molecole integranti di una data sostanza la forza di disporsi in maniera da dar nascimento sempre alla stessa determinata figura; cioè alla forma primitiva: e così costituiscano il nocciolo, o il solido di sfaldamento. E veramente questo talora si mostra composto di altri piccoli cristallini, che ànno appunto una delle tre figure più semplici, sono cioè terminati o da quattro (fig. 138.), o da cinque (fig. 139.), o da sei facce (fig. 140.). Per esempio in certe sostanze, che ànno per forma primitiva l'ottaedro regolare o il dodecaedro romboidale, trovasi per molecola integrante il tetraedro; si ritrova invece il cubo in quelle,

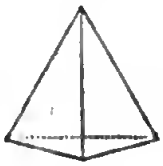
Fig. 138.

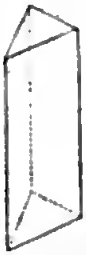
Fig. 139.

Fig. 140.

che ànno per forma primitiva parimenti il cubo. E con ciò si spiegherebbe la regolarità geometrica delle forme cristalline.

2° Prima di dar ragione della varietà di figure assunte da una sostanza medesima, principieremo dall'avvertire, che una stessa sostanza (com'è naturalissimo, e non à bisogno di prova) nelle circostanze medesime prende sempre un'identica figura. Anzi nelle così dette cristallizzazioni artificiali, in quelle cioè che sono stimolate dall'arte, si vede che la varietà delle forme dipende dalla natura del liquido solvente, dalle sostanze eterogenee che si combinano colla materia del cristallo e dalla diversa quantità di calorico. L'allume, esempigrazia, suol cristallizzare in ottaedri: ma se nell'acqua, in cui esso è sciolto, si mesce dell'acido nitrico, gli angoli solidi dell'ottaedro sono sostituiti da una faccia; coll'acido clorico si ottengono le faccette che conducono all'icosaedro, solido, terminato da 20 triangoli; nell'acido borico si ànno dei cubi. Inoltre il medesimo allume, se la soluzione è satura e sta a 100° C., si traduce in ottaedri; se la soluzione è parimenti satura, ma è in vasi chiusi a temperature più alte ancora, si converte in dodecaedri romboidali, o trapezoidali. Tutte queste circostanze medesime, e chi sa quante altre a noi ignote, debbono influire ugualmente a far prendere figure diverse alle cristallizzazioni naturali. Certo è che la neve, la quale cade in una stessa volta, suol mostrarsi tutta cristallizzata al modo medesimo; ma da una volta all'altra cangia di forme (fig. 31.). Così il minerale di ferro dell'isola dell'Elba si distingue da quello di Framont nei Vosgi; l'aragonite delle miniere di ferro è differente da quella delle argille salifere.

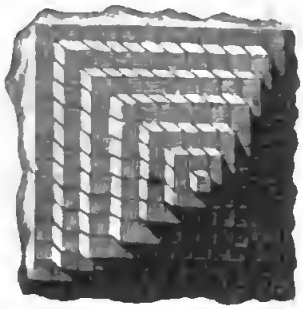
Fig. 141.

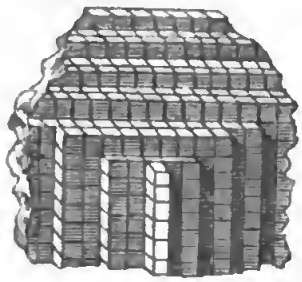
Fig. 142.

3° Il celebre Abate Haüy, che à fatti sulla cristallizzazione studii assai diligenti e profondi, a spiegare la varietà delle forme, che nelle sopraddette circostanze diverse assume una sostanza medesima, ricorre ai così detti decrescimenti molecolari. Noi abbiamo già parlato (**31**. I. 4°) della derivazione delle figure per mezzo della sovrapposizione di lamine decrescenti. Or queste lamine si suppongano costituite da tante molecule integranti; ognuna di esse rappresenterà un decrescimento molecolare, e tutte insieme faranno sì che il nocciolo o forma primitiva venga rivestito di qualcuna delle forme del medesimo sistema: per esempio della forma di dodecaedro romboidale (fig.**141**.) o pentagonale (fig.**142**.). È perciò che collo sfaldamento si estrae spesso il nocciolo stesso dalle più svariate figure; ed è un fatto che le lamine, le quali ricuoprono la forma primitiva e possono sfaldarsi, sono tanto meno ampie, quanto più si allontanano da quel solido, a cui sono sovrapposte.

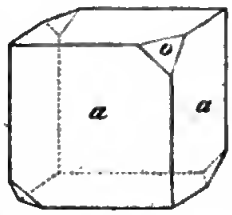

Fig.143.

4° L'emiedria (**30**. III. 5°) è stata opposta come la confutazione della sopra esposta teoria fisica della cristallizzazione; ma essa invece rientra agevolmente nella legge di simmetria. È verissimo che i cristalli di boracite sono modificati in guisa, che alle estremità di ciascuna diagonale solida (fig.**143**.) si trova un angolo intatto, ed uno troncato. Ma si avverta che nelle alternative di simil fatta, se la simmetria non è tanto gretta, è per altro non men regolare. Anzi di queste pure si può dar ragione colla teorica stessa di Haüy. A tale scopo basta imaginare (fig. **144**.) che il parallelepipedo della boracite sia composto di piccoli tetraedri disposti in fila rettilinee di maniera, che la base di un primo tetraedro corrisponda ad un angolo solido ed il vertice dell' ultimo giaccia

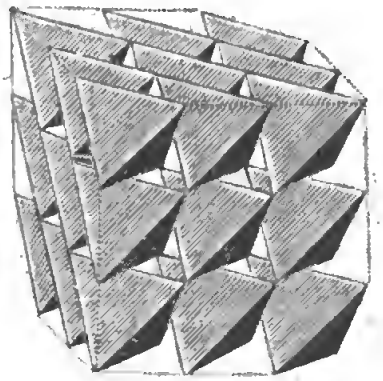
Fig.144.

sull'angolo solido opposto. In questo caso i due angoli fisicamente sono diversi, e secondo la legge di simmetria debbono essere diversamente modificati. Si dica altrettanto degli altri casi analoghi di emiedria.

5° Anche il dimorfismo dipende, come la varietà delle forme, da certe circostanze esterne. Infatti lo zolfo disciolto nel carburo di zolfo dà degli ottaedri romboidali retti, ma fuso cristallizza nel sistema prismatico obliquo. Il rame precipitato da una soluzione salina sopra una lama di ferro, offre dei cristalli del sistema cubico, fuso cristallizza nel sistema rettangolare. Quanto poi all'isomorfismo, questo pure è legato a condizioni estrinseche. Bisogna sapere che i cristalli, i quali si ottengono per solidificazione umida, sogliono appropriarsi una parte del liquido solvente, la qual parte in tal caso dicesi, per esempio, *acqua* o *acquarzente di cristallizzazione*. Ora la quantità di questa è varia in una stessa specie di sali; il che dipende ordinariamente dalla temperatura. Anzi non vi à isomorfismo che nelle composizioni identiche; e due sali idrati sono o non sono isomorfi, secondo che si sono cristallizzati alla temperatura, la quale conviene a ciascuna di essi. La presenza di un altro sale nella soluzione agevola spesso la combinazione dell'acqua in proporzioni determinate; ed è perciò che il solfato di rame, quando la soluzione contiene del solfato di ferro, prende la forma di quest'ultimo, e per conseguenza una quantità d'acqua differente da quella che contiene ordinariamente.

II. COROLLARIO. Quello che può dedursi da tutte le cose dette si è, che l'attrazione moleculare non è una forza, la quale stringa e leghi le particelle dei corpi così alla rinfusa ed a casaccio: perchè a costruire quegli spigoli perfettamente rettilinei, quelle facce così lisce e piane, quegli angoli con tanta esattezza misurati, è necessario che l'attrazione non si faccia comunque tra molecula e molecula, ma sibbene tra tale parte di una, e tale altra della vicina. Ed è però che per la cristallizzazione si esige, come accennammo (**20**. I.), che il corpo sia divisissimo, mobilissimo, tranquillissimo; cioè ridotto in minutissime molecule, le quali possano girare agevolmente sopra sè stesse, e riunirsi per certi punti determinati; e

frattanto nè sieno smosse dalla loro posizione, mentre stanno attaccandosi, nè manchi loro il tempo di fare le debite conversioni, nè altre molecule o cristallini già costruiti cadano, o comunque si spingano in mezzo ad altri non ancora consolidati, e vengano ad intersiarvisi inopportunamente.

III. CHIUSA. Se negli esseri organizzati si ammira, fra le altre cose, un tale *ordine finale*, che ogni intelletto sincero, e non al tutto accecato dalle passioni è costretto a riconoscere l'esistenza di un supremo previdentissimo e provvidentissimo organizzatore; negli inorganici *l'ordine simmetrico* è sì ammirabile, che il solo regno minerale è sufficiente a persuaderci, che nulla nell'Universo è abbandonato al caso, ma tutto il creato porta l' impronta di una increata Sapienza ordinatrice.

ARTICOLO II.

FLUIDITA'.

35. Osservazioni preliminari. — A conoscere bene la fluidità è necessario studiare i fenomeni, che essa produce nei liquidi: poichè in questi corpi, che sono privi della compressibilità ed elasticità propria degli altri fluidi, si distinguono molto facilmente gli effetti dovuti alla fluidità loro. Ma prima d'ogni cosa è utile mandare innanzi qualche avvertenza.

I. SCOLII. 1° Sappiamo già (**13.** I.) che *fluidità* significa la scorrevolezza delle particelle di un corpo. Ora questa a rigore nella maggior parte dei liquidi è assai imperfetta; anzi nell'acqua stessa, nella quale essa è assai grande, perfetta veramente non è. Ciò non ostante i Matematici la suppongono tale, e non cercano più oltre: e sebbene i Fisici non facciano altrettanto, pure si credono autorizzati ad applicare ai fatti le teoriche fondate su quella supposizione. Dacchè le sperienze dimostrano, che esse nell'acqua si avverano senza sensibile differenza, e negli altri liquidi generalmente la differenza è tanta piccola, che può impunemente trascurarsi.

2° Poichè ogni stilla di liquido, e (secondo gli esperimenti di Plateau) anche una massa voluminosa di esso certamente

deve (ss. III. 1°) assumere la forma sferica; così i Fisici considerano ciascuna molecola liquida come un globettino, e tutta la massa liquida come un insieme di globetti disposti o in tanti piani orizzontali, oppure in colonnini verticali.

3° Oltracciò si noti che la differenza fra solido e fluido sta in questo, che ciascuna molecola solida è composta di particelle strettamente legate fra loro; quando invece una molecola liquida si considera risultare da molti punti materiali sciolti e indipendenti uno dall'altro.

4° Dappoichè dobbiamo qui studiare gli effetti della fluidità nei liquidi in equilibrio, è bene avvertire che l' equilibrio non è una pura quiete. Imperocchè questa può risultare dalla mancanza di ogni stimolo al moto; ma allora non chiamasi *equilibrio*, essendo questa parola riserbata a significare la quiete, che deriva dal contrasto di più forze elidentisi a vicenda.

5° Finalmente le forze, le quali sollecitano comunemente i liquidi, sono tanto le pressioni esterne, quanto il peso loro, che produce parimenti una pressione. Or bene; sappiasi che la parola *pressione* è equivoca: mentre esprime sì una forza continua che si esercita sopra un corpo impedito a muoversi, come l'effetto che produce su questo corpo la forza medesima.

II. COROLLARII. Queste avvertenze sono già sufficienti per farci stabilire qualche corollario importante.

1° Dunque l'equilibrio di una massa o di una molecola liquida suppone l'equilibrio in ciascuna particella separatamente considerata. Dacchè in un liquido non si può ottenere l'equilibrio, come si ottiene in un solido. Infatti in ciascuno di questi si ritrova un punto (chiamato *centro di gravità*), cui reso fisso o fermo, il corpo intero è in quiete. Il che avviene perchè non si può muovere una sua particella senza che muovansi tutte le altre. Non così in una massa liquida, nella quale (per lo slegamento ed indipendenza scambievole delle sue molecule) non può sussistere l'equilibrio, senza che sussista in ciascuna sua minima particella indipendentemente dalle altre.

2° Dunque, se una massa o stilla di liquido venga spinta da una forza in una direzione, non può ottenersi la quiete

col solo applicarle un'altra forza uguale ed opposta alla prima. Poichè le due forze diametralmente opposte saranno applicate a due particolette diverse; le quali perciò saranno spinte ad avvicinarsi a vicenda, ed a comunicare alle prossime la forza che soffrono: e quindi facilmente sfuggiranno dai lati.

37. Trasmissione delle pressioni. — I. SCOLI.

1° Meditando sui corollarii antecedenti, i quali sono veri tanto per una massa, quanto per una molecola liquida, s'intravede abbastanza, che, ove una di queste ultime (facenti parte di una massa più grande) fosse premuta da una data forza in una determinata direzione, ciascuna sua particoletta (essendo dalla forza stessa spinta a muoversi) dovrebbe premere ugualmente tutte quelle molecule, colle quali è in contatto; e così la detta pressione verrebbe replicata ugualmente su tutte le molecule circostanti. Ma per evitare ogni difficoltà del genere di quelle che Traversi [1] oppone ai Fisici in generale, ed in particolare al Nollet ed al Musschenbroek, tralascieremo le dimostrazioni razionali, e per mezzo di esperimenti e di esempii, ci contenteremo di dichiarare la cosa e provare che essa è suggerita da tutti i fatti.

2° La sopra accennata legge, che cioè la pressione esercitata su di una molecola liquida viene comunicata ugualmente a tutte le molecule circostanti, si chiama la *trasmissione delle pressioni*, ed anche il *principio dell'uguaglianza di pressione*, oppure *legge di Pascal*: dacchè si sostiene essere stato proposto dapprima dal celebre geometra e letterato Biagio Pascal.

II. PROPOSIZIONE. *Ciascuna particella di una massa liquida esercita colla stessa intensità e in tutti i sensi quella pressione, cui soffre un punto qualunque della massa medesima.*

Dichiarazioni. 1ª Se si riempia d'acqua un vase sferico (fig. 145.), il quale abbia in qualche parte (per esempio in B) un'apertura chiusa da una membrana fragile, e in un'altra parte sia munito di un tubo (A), in cui possa scorrere uno stantuffo; al premere con questo le molecule di acqua toccate dallo stantuffo medesimo, la membrana si spezza, e l'acqua spiccia fuori con impeto. Se poi all'apertura stessa

1 Lezioni di Fisica Moderna. Trattato V. *Num.* 2452, 2456, 4260.

(B) venga innestato un altro tubo munito parimente del proprio stantuffo uguale al primo (A); anzi se in varie parti del vase si ritrovino altri tubi (C, D, E, ...) simili in tutto agli antecedenti, ad impedire che, col premere per mezzo di certi pesi noti il primo stantuffo (A), nessuno degli altri (B,C,D...) si muova, è onninamente necessario che a ciascuno si opponga un impedimento, il quale (fatto il diffalco di quello che devesi alla gravità del liquido e degli stantuffi, agli attriti, ecc.) sia esattamente uguale ai pesi, dai quali è caricato il primo (A).

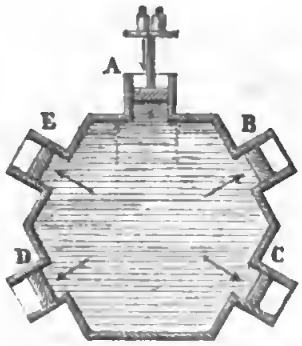

Fig. 145.

Dunque le pressioni fatte sulle molecule liquide, che toccano il primo stantuffo (A), si trasmettono di mano in mano su tutte le altre, fino a quelle, che trovansi in contatto cogli altri stantuffi (B, C, ...) e sono esercitate da queste ultime *ugualmente in tutti i sensi.*

2ª Poniamo che in un vase (fig. 146.) ripieno d'acqua s'introducano tanti tubi (A, B, C, D, ...) aperti da ambedue le parti, e ripiegati inferiormente, quale in uno, quale in altro senso a piacere; e che uno (T) fra essi sia munito di stantuffo (S). Basterà abbassare alquanto questo stantuffo, perchè l'acqua entri in ogni direzione nelle loro bocche inferiori, e s'innalzi in tutti ugualmente [1]. Or questo non potrebbe avvenire, se la pressione, fatta dallo stantuffo sulle molecole liquide, non si trasmettesse immediatamen-

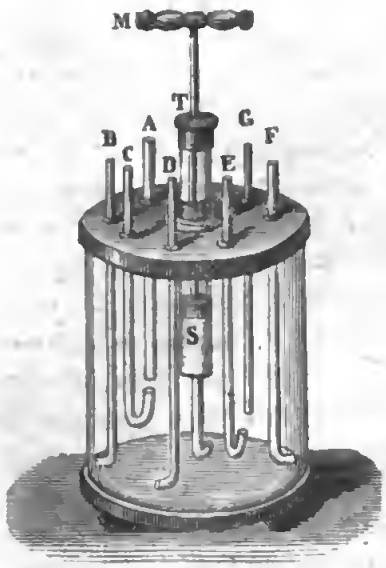

Fig. 146.

1 Ne conseguita la spiegazione della così detta *tromba premente.*

te alle sottoposte, e poi da queste alle altre; e senza che questesse l'esercitassero (la pressione cui soffrono) in qualsivoglia senso, e venissero quindi a spingere il liquido in tutte quelle

Questa è uno strumento (fig. 147.) destinato a sollevar l'acqua, ed è costituito da un cilindro (C) con suo stantuffo (S), da un lungo tubo (T), che si solleva lateralmente, e da due valvule, una delle quali (V) è annessa allo stantuffo e si apre verso l'interno del cilindro, l'altra (U) sta al fondo del cilindro (e precisamente nel sito, ove questo s'innesta al tubo) e s'apre verso il tubo medesimo. La tromba, a farla agire, s'immerge tutta nell'acqua, cui s'intende sollevare, e quindi si mette in giuoco lo stantuffo. Vediamo che cosa si ottenga con ciò. All'innalzare dello stantuffo, la valvula (V) di questo, pel peso dell'acqua sovrapposta, si apre; e così l'acqua cade nel cilindro. Ma poi all'abbassarlo, la valvula medesima (V) si chiude, e si apre quella (U) del tubo: perchè l'acqua immediatamente premuta dallo stantuffo risponde con una pressione, che si esercita in tutti i sensi, e si trasmette a tutta la sua massa. Quando di nuovo si rialza lo stantuffo, viene a chiudersi (pel peso della colonna di liquido sollevatasi nel tubo) la valvula (U) di questo tubo medesimo; e (pel peso dell'acqua, in cui la tromba è immersa) s'apre di bel nuovo la valvula (V) dello stantuffo, e così da sèguito. Per la qual cosa, se il tubo (T) giunga colassù, ove si vuole portar l'acqua, dopo

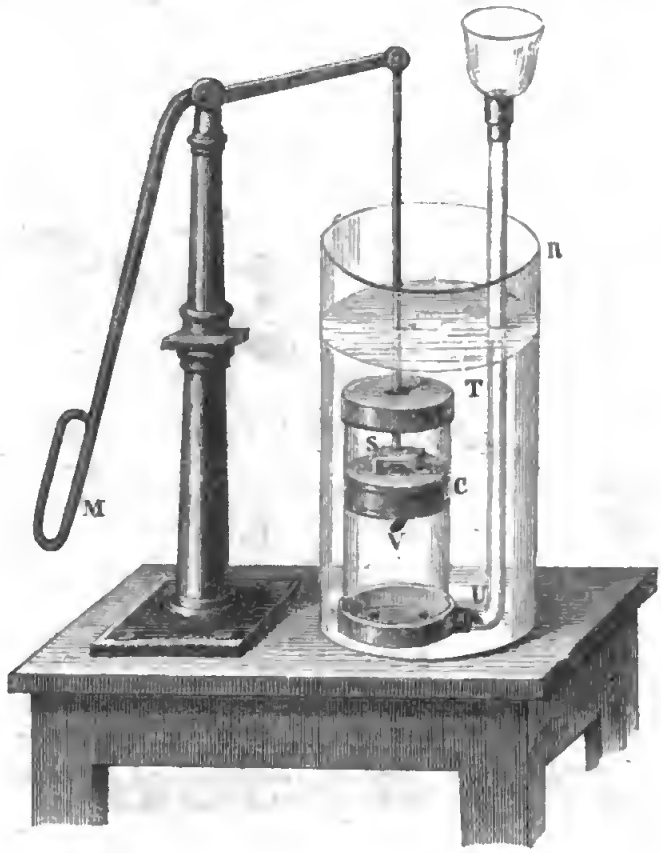

Fig. 147.

bocche così variamente disposte. Il salir poi dell'acqua da per tutto all'altezza medesima prova chiaramente, che le dette molecule soffrono dallo stantuffo la stessa pressione. Dacchè ciò mostra, che quelle colonne liquide ugualmente alte fanno sopportare alle molecule, che stanno alle bocche dei detti tubi, uno stesso aumento di pressione, derivante dal peso delle colonne medesime.

3ª Se sopra una vescica ripiena d'acqua, dentro la quale

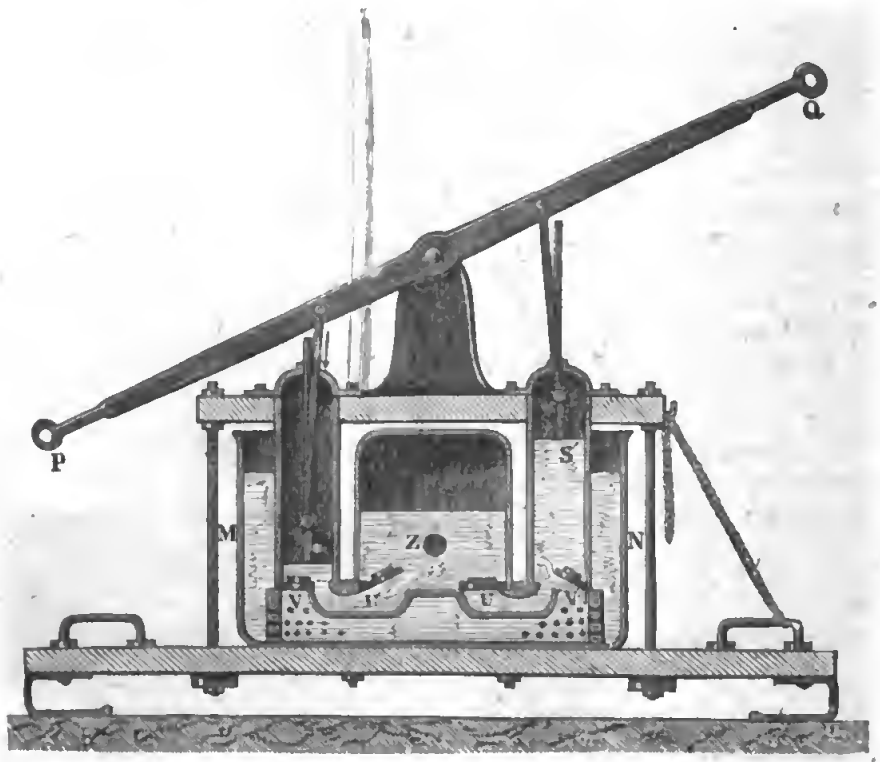

Fig.148.

un certo numero di colpi di stantuffo, tutto il tubo si sarà riempiuto d'acqua; e quindi ad ogni nuovo colpo sgorgherà da esso altr'acqua.

Quella macchina (fig.148.) che chiamano *tromba da incendii*, è una variante di questa. I cilindri (VS,V'S') e gli stantuffi (S,S') sono due, e questi sono mossi alternamente per l'altalena di un'asta (PQ). Di più fra i due cilindri vi à un serbatoio (U Z U'), in cui viene continuamente spinta l'acqua, che pel suo peso s'introduce quando nell'uno, quando nell'altro: e in questo serbatoio medesimo è innestato (in Z) il tubo laterale, che suol' essere fatto di cuoio, o di gomma elastica.

sia tuffato un uovo o una bolla di vetro, si esercita con uno stantuffo o con qualche peso una forte pressione, si osserva che nè l'uovo nè la bolla si frangono o schiacciano in veruna parte. È certo intanto che la pressione fatta sulla vescica è sostenuta ed elisa dall'acqua superficiale, e che quella, la quale vien fatta su questa, è sostenuta ed elisa dalla sottoposta; e che però anche le molecule acquee, le quali si trovano a contatto coll'uovo o colla bolla, risentono ed esercitano pressione. Or questa è uguale in tutti i punti: perchè, se l'uovo o la bolla fossero premuti più in un punto che in un altro, si spezzerebbero.

III. COROLLARII. 1° Dunque basta sapere quale sia la forza, onde una molecula liquida è premuta in una determinata direzione, per decidere con quale essa medesima, ed ogni altra preme ciascuna delle sue contigue in tutte le direzioni possibili. Questa non è che un'altra compilazione del principio della trasmissione delle pressioni.

2° Dunque i liquori in virtù della gravità premono in tutti i sensi. Infatti se i solidi, sottoposti che sieno ad una forza qualunque, operano contro gli ostacoli (che loro s'oppongono) in una direzione sola, ed in virtù del loro peso non premono che nella direzione della verticale; ciò è dovuto unicamente alla loro solidità, cioè alla coesione che ne stringe insieme le particelle.

3° La pressione, che soffre una certa porzione di parete del vase contenente un liquido (cui supponiamo senza peso), è proporzionale all'estensione della porzione medesima. Poniamo che sopra una data estensione della superficie di un liquore, estensione costituita esempigrazia da mille molecule, si fascia artificialmente una pressione uguale all'unità: certamente ciascuna molecula superficiale soffrirà un solo millesimo della pressione fatta sulla intera superficie. Ma dappoichè la pressione, cui soffre una molecula, è sofferta ed esercitata da tutte le altre; quindi è chiaro che ciascuna molecula del liquore medesimo dovunque collocata soffrirà ed eserciterà una pressione uguale ad un millesimo. Quindi una porzione di parete (del vase) dieci volte maggiore, poichè sarà toccata da dieci mila particelle, soffrirà dieci mila millesimi

della pressione primitiva, soffrirà cioè una pressione dieci volte maggiore di quella esercitata direttamente sulla superficie 1.

1 Con ciò facilmente si spiega il *torchio idraulico* (fig.149.). In questo per una tromba premente (A) si carica un gran tubo (B) munito del proprio stantuffo; il quale è costituito da un cilindro (BP). Ora tale cilindro (BP), essendo in superficie dieci, venti, cento volte maggiore

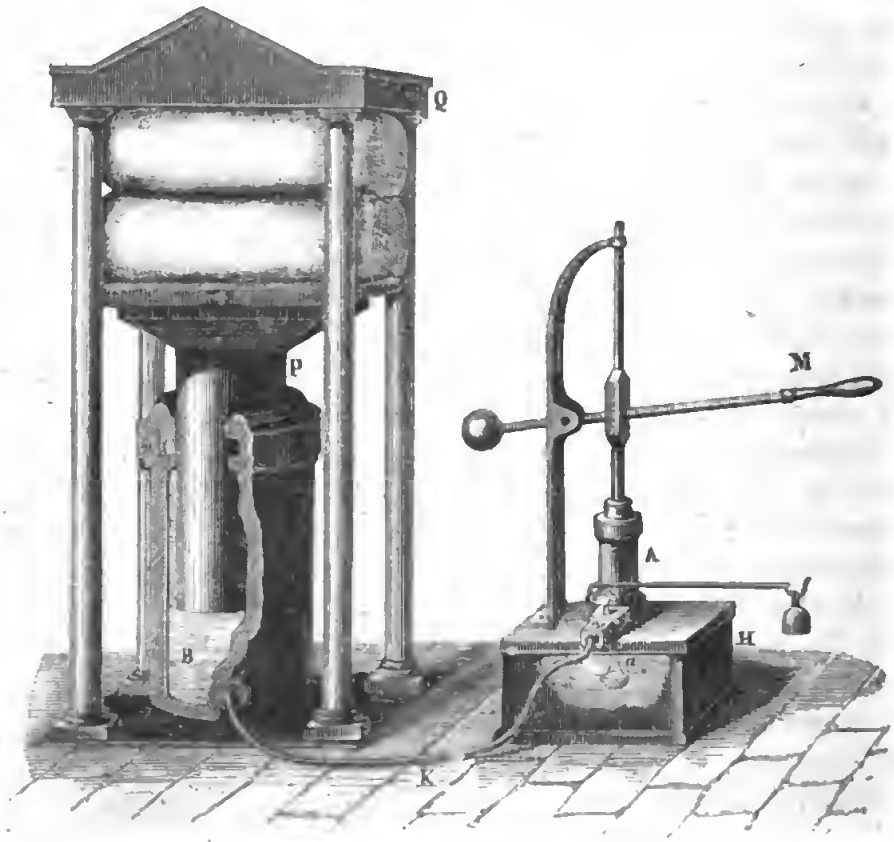

Fig.149.

della superficie dello stantuffo della tromba premente (A), verrà spinto dall'acqua con forza conseguentemente dieci, venti, cento volte maggiore. E poichè questo stesso ampio cilindro (BP) porta sopra di sè un piano assai consistente (P); così, se fra questesso piano, e un altro (Q) fortemente assicurato su quattro colonne sieno collocati degli oggetti (per esempio balle di lana, o risme di carta) da stringere in più piccolo volume, questi oggetti medesimi verranno compressi con grandissima forza; mentre il lavorante, per mezzo di un manubrio (M), non ne esercita che una molto discreta sull'acqua della tromba.

4° Dunque, se una massa liquida è in equilibrio, fa d'uopo che ciascuna sua molecula soffra in tutti sensi pressioni uguali. Imperocchè la supposizione dell'equilibrio racchiude l'altra dell'azione di una qualche forza. Ove pertanto ci sia noto, che una forza continua anima una molecola liquida, dobbiamo esser certi che questa forza provocherà per sè nella medesima l'esercizio di pressioni uguali e dirette in tutti i sensi possibili. Dunque, se ciò non ostante il liquido è in equilibrio, certamente tutte queste pressioni debbono essere elise da altrettante pressioni (uguali e dirette in tutti i sensi) esercitate dalle molecule, colle quali quella prima è in contatto, e dalle quali essa medesima è tutt'intorno circuita.

38. Giacitura e pianezza della superficie libera dei liquidi in equilibrio. — Sappiamo (**15.** III. 2ª) che i liquidi prendono la figura, ma non il volume, del recipiente in cui sono contenuti. E però, ove non empiano il vase, la loro superficie superiore non tocca il cielo del recipiente (quindi può dirsi libera), e non ne assume la figura. Qui si cerca appunto se questa superficie sarà piana o curva, e quale posizione avrà relativamente alla direzione delle forze, alle quali sono sottoposte le molecule, che la costituiscono.

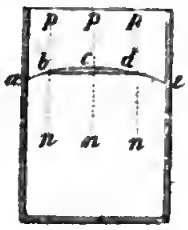

Fig. 150.

I. PROPOSIZIONE. *Se ciascuna molecula liquida collocata alla superficie libera sia animata da una forza uguale, e della medesima direzione, e frattanto rimanga in equilibrio, certamente sarà disposta sopra un piano perpendicolare alla sopraddetta direzione della forza.*

Dimostrazione. Supponiamo per un momento che (fig. **150.**) la detta superficie (*abcde*) non sia perpendicolare alla forza (*pn*), che anima ciascuna molecula (*a*, *b*, *c*, *d*,...) del liquido: allora una sottil lamina (*bd*) di liquido perpendicolare alla detta forza sarebbe spinta da tutta la pressione sofferta dalle molecole (*bcd*), che le stanno sopra. Ebbene; questa pressione, in virtù della legge di Pascal, dovrà trasmettersi anche lateralmente; e quindi una molecula (*b*), presa sull'estremità della detta lamina, spinta da questa pressione la-

terale, e non ritenuta da verun impedimento, dovrà rotolar giù (verso *a*). Allora un'altra (per es. *c*) verrà al suo posto: ma questa pure dovrà subire la stessa sorte; e così di sèguito, finchè la curvatura (*bcd*) non sia del tutto sparita; o in altri termini, finchè la superficie non sia divenuta tutta piana, e perpendicolare alla forza (*np*). Quello che dicesi di questa porzioncella di liquido sovrapposta ad una lamina qualunque perpendicolare alla forza, dee ripetersi di ogni altra, la quale si ritrovi sopra un' altra lamina presa a piacere nel piano perpendicolare alla forza medesima. Dunque l' equilibrio non può aver luogo che allora, quando le molecule libere non possono più cadere rotoloni sulle altre; cioè quando saranno tutte disposte su di un medesimo piano perpendicolare alla forza comune.

II. COROLLARII. 1° Dunque la direzione della gravità è secondo la verticale. Imperocchè dalla tesi dimostrata, risulta che la superficie del mare in ciascuna sua porzione è perpendicolare alla direzione della forza, da cui ciascuna molecola è sollecitata. Ma, prendendo le cose un poco all'ingrosso, ciascuna molecula d' acqua non è animata che dalla forza di gravità. Dunque alla direzione di questa forza medesima dev'essere perpendicolare ogni porzione della superficie del mare. Ora ogni verticale per definizione è normale al piano dell'orizzonte; ossia a quella porzione di superficie marina, su cui essa verticale s'intende sollevata. Dunque la verticale, considerate le cose in grande e prescindendo da ogni forza perturbatrice, segna la direzione della gravità.

2° Dunque la superficie dell'acqua, contenuta in qualsivoglia vase di capacità ordinaria, è un piano orizzontale [1]. Poichè la direzione della gravità dev'essere perpendicolare tanto

1 Su tale principio è fondata la così detta *livella a bolla d' aria*. Questa consiste in un tubo (fig. 151.) di vetro (AB) leggermente incurvato, e pieno quasi totalmente di un liquido, verbigrazia acquarzente tinta in rosso. Il tubo è rinchiuso in un astuccio (CD) di metallo, che ne lascia scoperta la parte convessa, ed il quale (astuccio) è saldato sopra una lista parimenti metallica. Questa lista veduta di taglio rappresenta la corda geometrica dell'archetto circolare (AB) formato dalla parte superiore del tubo. Il perchè, quando lo strumento (DMC) è posato

alla superficie di una data porzione di mare, quanto a quella dell'acqua contenuta nei vasi di capacità ordinaria. Dunque queste due superficie, nel medesimo sito della Terra, debbono essere parallele fra loro. Ma la superficie di quella porzione di mare costituisce il piano dell'orizzonte per quel tal sito o paese terrestre; ed ogni piano parallelo a quello dell'orizzonte chiamasi orizzontale. Dunque la superficie dei liquidi contenuti in vasi di capacità ordinaria giace in un piano orizzontale.

3° La superficie del mare è pressappoco sferica. Se tutte le direzioni del peso concorressero esattamente al centro della Terra, e se le molecule liquide non fossero sollecitate che dalla forza della gravità, certamente ogni piccola porzione della superficie del mare sarebbe un piano perpendicolare a quel raggio terrestre, il quale trapassa pel mezzo di detta porzione. Ma una serie di piccoli piani, che si seguono senza interruzione, e si confondono in parte fra loro ed ognuno dei quali è inoltre perpendicolare ad un raggio diverso, costituisce una superficie fisicamente sferica. Dunque

sopra un regolo (P) perfettamente orizzontale, il livello (M) del liquido, che è certamente orizzontale, sarà parallelo alla lista: ossia la superficie libera del liquido terminerà in due punti (esattamente determinati con due fili metallici, ravvolti al tubo, o con due segnetti fatti sul medesimo) posti agli estremi di una retta perfettamente parallela alla sottoposta lista metallica. S' intende facilmente che lo strumento invece di poggiare su di un piano colla lista sopraddetta, può essere appeso per due bracci verticali ed ugualmente lunghi sopra la linea che si vuol livellare. Ove poi si ricercasse la orizzontalità non di un'asta o di una linea, ma di un piano (P) in tutti i sensi, converrebbe che la soppraddetta condizione si avverasse in due posizioni (della livella) ortogonali fra loro; o ciò che è più spedito, in ambidue i tubi di una *livella a croce*.

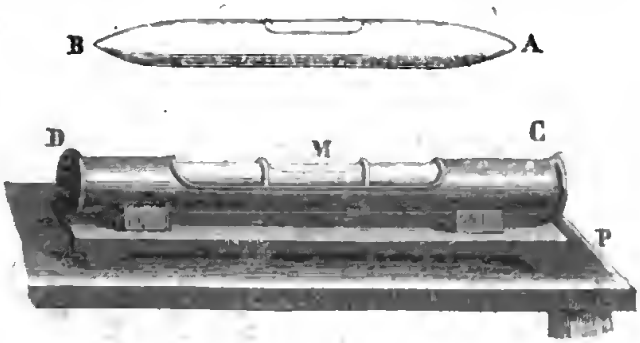

Fig. 151.

nelle ipotesi sopra accennate la superficie del mare sarebbe perfettamente sferica. Siccome per altro quelle ipotesi non sono esattamente vere, perchè vi è una forza (**19.** III. 3ª) centrifuga, che spinge le molecule acquee per li raggi dei circoli minori (da loro diurnamente percorsi), e di più la gravità, e per ciò stesso, e per la maggior distanza dal centro, diminuisce verso l'equatore; così la deduzione, esposta nel presente corollario, non può essere vera che ad un di presso.

III. DEFINIZIONI. 1ª La superficie libera di un liquido stagnante si chiama *livello*, o *piano di livello*.

2ª *Livellare* una linea significa determinare due punti giacenti nel medesimo piano orizzontale. *Livellare* poi un piano vuol dire trovare tre punti, che non istieno per dritto fra loro, ma giacciano in uno stesso piano orizzontale.

3ª *Livella* è detto ogni strumento che serve a livellare.

IV. SCOLIO. Poichè il mare costituisce tre quarte parti circa della superficie terrestre, e s'interna fra i continenti, separando eziandio tutto il mondo antico dal nuovo; l'ultimo corollario ne dà la spiegazione della figura della Terra, la quale è stata trovata di fatto essere pressappoco sferica.

39. Pressione esercitata dai liquidi sul fondo dei vasi. — I. DEFINIZIONI. 1ª Chiameremo *profondità* la distanza che passa fra il fondo di un vase contenente un liquido, ed il livello del liquido medesimo.

2ª Un vase di figura conica col vertice del cono troncato e rivolto in su, o la cui bocca superiore sia più larga del fondo, è chiamato *divergente*; e *convergente* l'opposto.

II. PROPOSIZIONE. *La pressione sofferta dal fondo orizzontale di un vase di qualsivoglia figura, pel peso del liquido contenutovi, è uguale al peso che compete ad un prisma del liquido medesimo di base uguale all'area del detto fondo, e di altezza pari alla profondità di questo medesimo.*

Dimostrazione. Fra le varie sperienze, che si possono istituire allo scopo di dimostrare la tesi enunciata, quella, che si fa coll'apparato di Masson, à il pregio di prescindere da ogni proprietà dei liquidi, la quale non sia ancora stata provata. Consiste quell'apparato (fig.152.) in una bilancia, e tre vasi senza fondo a base uguale, uno dei quali (A) è

cilindrico, l'altro (B) è convergente ed il terzo (C) è divergente. A ciascuno dei vasi serve di fondo mobile un disco (D) di vetro smerigliato, il quale per un filo si appende ad una lance della bilancia. Prima s'invita su di un piede metallico (fatto apposta e collocato sotto a questa lance medesima) il vase cilindrico (A); e, per mezzo di pesi (P) collocati nell'altra lance, si fa aderire il fondo mobile alla bocca inferiore del vaso. Quindi vi si versa dell'acqua fino ad una certa al-

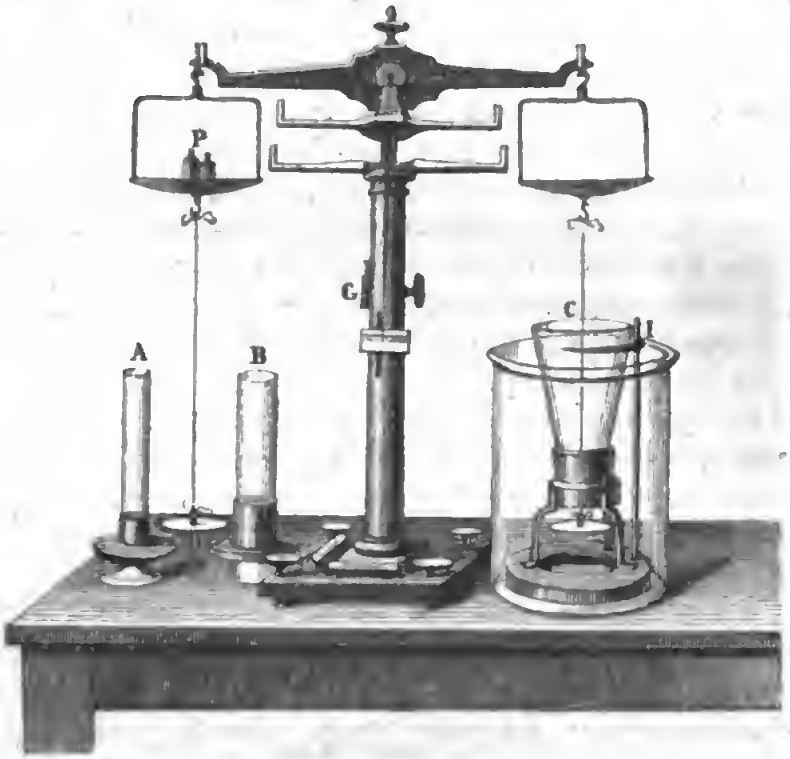

Fig. 152.

tezza (I); e poi moderando acconciamente i pesi (P), si misura quale pressione faccia l'acqua sul detto fondo mobile. Ciò fatto si svita il vaso cilindrico, e sullo stesso piede metallico s'invita il vase convergente (B); e in questo pure si versa acqua fino all'altezza medesima segnata da un indice (I) fermato sul piede già nominato. Si vede che si esigono i pesi stessi a sostenere questa minore quantità d'acqua. Finalmente si sostituisce il vase divergente (C), vi si mesce quella mag-

gior quantità d'acqua, che è necessaria per empirlo fino all'altezza solita (I); e parimente si prova col fatto, che i pesi stessi sono sufficienti e necessarii a sostenere la pressione sofferta dal fondo mobile. Ora tali pesi sono appunto quelli che equivalgono al peso dell'acqua contenuta nel vase cilindrico; e questo può considerarsi come un prisma d'infiniti lati. È dunque vera la tesi.

III. COROLLARII. 1° Dunque il liquido contenuto in vasi di forma diversa, ma di fondo uguale, se è alto ugualmente, esercita sui detti fondi la pressione medesima: e questa (qualunque sia la massa del liquido) è uguale al prodotto, che si ottiene, moltiplicando l'*area* del fondo per la *profondità* di questo stesso, e pel *peso specifico* del liquido.

2° Dunque con una piccolissima quantità di liquido si possono produrre pressioni enormi. Infatti basta che sopra un'ampia base si sollevi fino ad una certa altezza un cannellino sottile, perchè, empiendo questo con poca acqua, se ne ottenga una pressione uguale a quella, che potrebbe fare un prisma d'acqua largo come la detta base ed alto quanto il cannellino.

3° Dunque nei fluidi peso e pressione sono cose differentissime. Dacchè con piccol peso di liquido possono prodursi pressioni enormi; e piccole pressioni possono essere prodotte da masse grandissime di liquido.

IV. SCOLII. Col secondo corollario, il quale esprime il così detto *paradosso idrostatico* si spiega agevolmente il seguente fatto. Per lo cocchiume di una botte piena d'acqua, e tenuta in guisa che i suoi due fondi piani rimangano orizzontali, s'introduca un sottile, ma assai lungo tubo di gommelastica; e poi con due o tre litri di altr'acqua si riempia questo tubo: la botte, per forti che sieno i suoi cerchi, andrà in fascio. Nè può avvenire altrimenti. Imperocchè la pressione, che fa il liquido sul fondo inferiore della botte, è uguale a quella che eserciterebbe un volume d'acqua cilindrico la cui base fosse uguale al detto fondo, e l'altezza del quale pareggiasse la distanza di questo medesimo dal livello dell'acqua nel tubo.

40. Pressione esercitata dai liquidi sulle pareti dei vasi. — I liquidi pel peso loro non premono solamente

sul fondo, ma anche sulle pareti dei vasi [1]; ed è appunto di queste pressioni, che passiamo a far parola.

I. PROPOSIZIONE. *La pressione sofferta da una parete di un vase contenente del liquido è uguale al peso di un prisma del liquido medesimo, la cui base sia uguale alla parete premuta, e la cui altezza pareggi la profondità del punto medio della stessa parete* [2].

Dimostrazione. La pressione, cui esercita una molecula liquida è uguale in tutti i sensi (**37.** II.); e però la pressione, che il liquido fa su di un elemento piccolissimo della parete del recipiente, è uguale a quella che da esso vien fatta sulla molecula sostante. Dunque la pressione esercitata sul detto

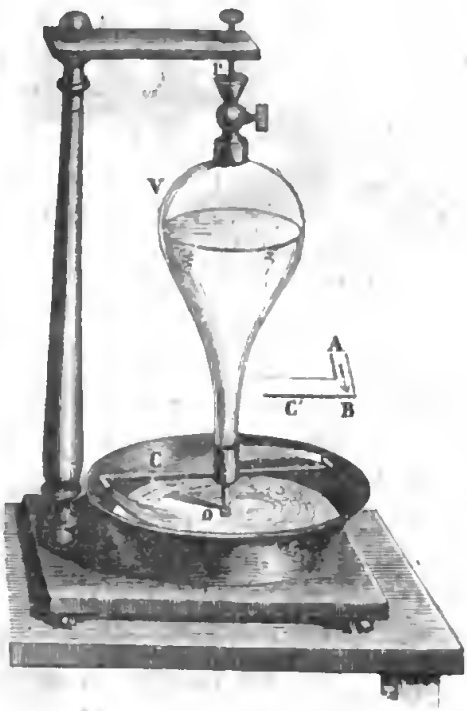

Fig. 153.

1 Su tal fatto è fondato il così detto *arganetto idraulico*. È questo (fig.153.) un vase (V) capovolto, il quale poggia sopra un perno (O) in modo da poter girare intorno ad un asse (PO) verticale, e la cui bocca è chiusa inferiormente da un tubo orizzontale (C) comunicante col vaso, e ripiegato pure orizzontalmente ai due capi in due sensi opposti, cosicchè i due orifizii guardino uno a destra e l'altro a sinistra. Empiuto d'acqua il recipiente mentre gli orifizii sono chiusi, le pressioni esercitate dal liquido su tutte le pareti del tubo si distruggono a vicenda due per due. Ma aperti gli orifizii (A), le pressioni sofferte dalle pareti (B) opposte agli orifizii medesimi, non essendo più controbilanciate, spingono il vase a girare (da A verso B). Collo stesso principio si spiegano *le ruote a reazione*, come chiamano, il movimento dell'*eolipila* posata sopra un carretto, e l'indietreggiare de' fucili e de' cannoni nell'atto che sparano.

2 Di qui desumono i pratici la regola per valutare la stabilità degli argini, la solidità delle cataratte, e la spessezza da darsi ai tubi destinati a condurre, e distribuire le acque.

elemento è (come quella fatta sulla molecula sottostante) uguale al peso di un sottil prisma liquido, la cui base sia l'elemento medesimo, e la cui altezza sia la sua profondità. Per la qual cosa la pressione, cui soffre una estesa porzione di parete, sarà data parimenti dal peso di un prisma liquido avente una base uguale alla stessa porzione. Ma l' altezza di tal prisma dev'essere maggiore della profondità dei più alti punti della parete, e minore della profondità dei più bassi. Sarà dunque uguale alla profondità del punto medio o centrale dell'area della parete.

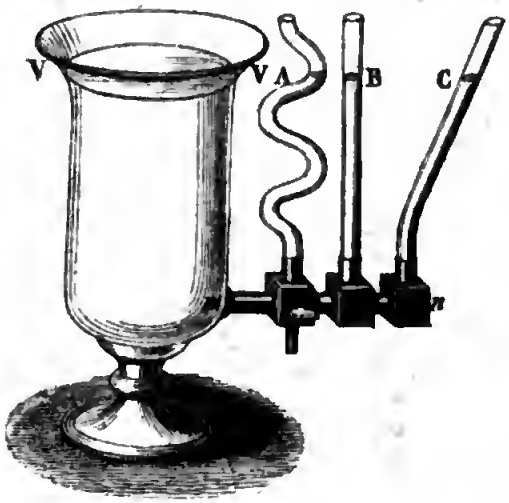

Fig. 154.

II. COROLLARII. 1° In due o più vasi comunicanti fra loro il liquido si solleva al medesimo livello. Infatti, (fig. 154.) sebbene uno (V) dei vasi comunicanti fra loro (per mezzo del tubo *mn*) sia più ampio di un altro (B); sebbene un terzo (C) sia obliquo; sebbene un'altro (A) sia comunque contorto e irregolare; purchè si contenga in tutti la stessa qualità di liquore, l'eguaglianza di pressione esige che il liquido giunga pure in tutti all'altezza medesima (VABC). Dacchè la base o parete premuta dal liquido contenuto nei diversi recipienti, essendo una sezione presa a piacere nel liquore medesimo, è comune a tutti i vasi communicanti. Poichè dunque dei tre fattori, che producono la pressione, due (cioè la base, ed il peso specifico) sono uguali; dovrà essere uguale anche il terzo (cioè l' altezza), affinchè le pressioni si bilancino mutuamente.

2° Se in ciascuno di più vasi comunicanti sia contenuto un liquido di peso specifico diverso, i livelli si stabiliranno ad altezze, le quali staranno fra loro in ragione inversa dei

pesi specifici medesimi. Imperocchè, la superficie dirimente i due liquidi essendo in questo caso la base o parete comune (su cui premono ambidue), le pressioni loro saranno determinate dai soli prodotti delle altezze per le densità. E però l'uguaglianza delle dette pressioni nascerà dalla compensazione, che si stabilirà fra le maggiori altezze e le minori densità. A cagion d'esempio, se (fig.155.) in un braccio (*m*) di un sifone (ABCD) venga versato dell'idrargiro, e nell'altro (*n*) si mesca dell'acqua; poichè la densità di questa sta alla densità di quello come 1 : 13,596, l'altezza del mercurio, cioè la distanza (CD) del suo livello (D) dal piano (BC) dividente i due mezzi, sarà tredici volte e mezzo più breve dell'altezze (A) dell'acqua [1].

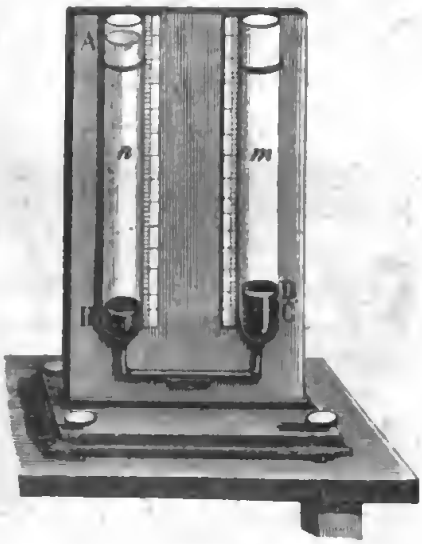

Fig. 155.

41. Leggi della capillarità. — La scorrevolezza delle particelle rende possibili nei liquidi varii altri fenomeni, che sono altrettante eccezioni alle sovra esposte leggi.

I. PROPOSIZIONE. *Il livello del liquido nell'interno di un sottilissimo tubo immersovi è curvo, e trovasi ad un'altezza diversa dall'esterno.*

Dichiarazione. Secondo le leggi stabilite, immergendo un tubo in un liquido qualunque, questo vi deve (**38.** II. 2°) ascendere per entro fino al livello del liquido esterno, e la superficie non estesissima del liquido medesimo deve essere un piano. Questo avviene di fatto nei tubi di capacità ordinaria: ma in un tubo, il cui canale interno sia tanto sottile, da potersi rassomigliare ad un capello, la cosa non va più così. Imperocchè sempre il livello interno è o superiore o inferiore a quello esterno, e di più la superficie li-

1 Sono applicazioni di questa legge i così detti *doccioni*. Questi son

quida, che forma il livello medesimo è o concava o convessa. Per esempio (fig. 157.) in un sottil tubo di vetro (A oppure B) immerso nell' acqua, questa si solleva al di sopra del livello esterno, e termina in un menisco concavo. Invece (fig. 158.) se il tubo (C, o D) parimenti di vetro venga tuffato verticalmente nell' idrargiro, il livello interno rimane sotto all'esterno, ed è formato da una superficie convessa. Succede una cosa analoga con qualsivoglia altro tubo e in qualunque liquore. Dunque ecc.

II. DEFINIZIONI. 1ª I tubi sottili, nei quali accade questo fenomeno, sono chiamati *capillari*.

2ª Il fenomeno stesso à nome *capillarità*.

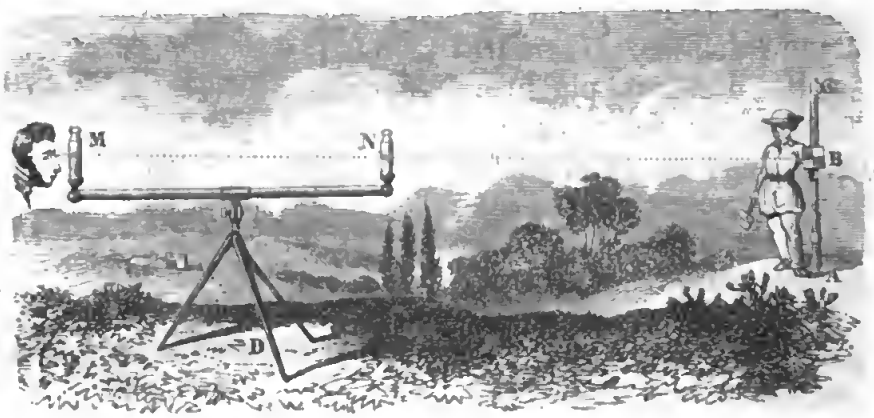

Fig.156.

tubi di materiale o di ghisa, i quali servono a condurre l'acqua da una scaturigine elevata ad un luogo altrettanto alto dopo averla fatta passare sotto una valle anche molto profonda. Un' altra applicazione del principio stesso è la *livella ad acqua*. Consiste questa (fig.156.) in due vasetti (M,N) di vetro comunicanti, i quali s'empiono quasi di acqua. I due livelli di questa segnano una retta (MN), che è certamente orizzontale. Si collochi pertanto a distanza una biffa (B), e s'innalzi o s'abbassi, finchè traguardando coll'occhio posto dietro ad uno (M) di questi vaselli veggansi sopra una stessa linea i due detti livelli (M, N) ed anche il punto, in cui s'incrocicchiano le due rette ortogonali, che dividono la biffa (B) in quattro quadretti. Certamente questo punto d'incrocicchiamento si troverà allora sulla stessa linea orizzontale che passa pei livelli (M, N) dell'acqua; e con ciò si verrà a conoscere eziandio di quanto il suolo (A), ove è posta la biffa, si sollevi o deprima in confronto al suolo (D), su cui è posato il cavalletto della livella.

Digitized by Google

3ª Si denomina *azione capillare*, ed anche *capillarità* la cagione, che produce queste alterazioni di livello e di figura dei liquidi nei tubi capillari.

III. LEGGI. 1ª *Vi è sollevazione o depressione di un liquido, secondo che la sostanza del tubo è atta o no ad esserne bagnata.*

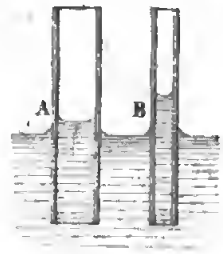

Fig. 157.

2ª *Ogni qual volta vi è sollevazione, la superficie del liquido è concava, invece è sempre convessa, quando il livello rimane depresso.*

3ª *Un dato liquido, in varii tubi della stessa materia e di sezioni simili ma disuguali, s'innalza o s'abbassa di una quantità, che trovasi in ragione inversa dei diametri o delle linee omologhe di essi tubi.*

4ª *La quantità di sollevazione o di depressione varia anche colla densità del liquido; ma non va in ragione di essa.*

5ª *La quantità medesima diminuisce alquanto col riscaldamento.*

6ª *Il fenomeno non si altera sensibilmente coll'umettare in antecedenza il tubo col liquido, in cui s'immerge.*

7ª *I fatti di capillarità non soffrono variazione veruna col cangiare la densità, oppure la spessezza, delle pareti del tubo capillare.*

8ª *Nè v' influisce tampoco l' atmosfera: perchè succede al modo medesimo anche nel vuoto.*

IV. SCOLII. 1° Immergendo un corpo massiccio in un liquido, accadono fenomeni analoghi a quelli sopra descritti, i quali corrono sotto lo stesso nome. Infatti il liquido, che bagna un certo corpo (fig. 157.) si arrampica, dirò così, su per le pareti di questo (come in A e in B). All'incontro quel liquore, che non è capace di bagnare la sostanza del corpo immersovi (fig. 158.), si contrae in sè medesimo, e lascia quasi un fosso fra sè ed il solido (come in C, e in D).

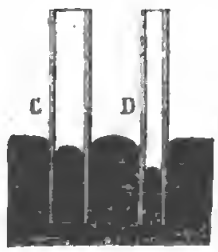

Fig. 158.

2° Accadono fenomeni dello stesso genere, ove s'immergano

in un liquido due lamine solide parallele. La sola legge dell'altezza soffre un'alterazione: poichè risulta dal fatto, che essa in questo caso è la metà di quella, la quale si ottiene in un tubo, il cui diametro interno sia uguale alla distanza scambievole delle due lamine.

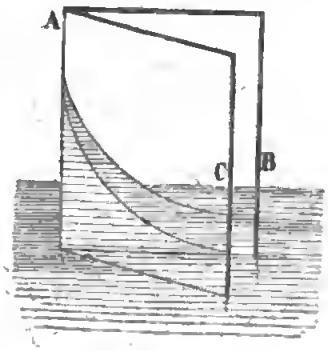

Fig. 159.

3° Che se le due lamine sieno inclinate fra loro, possono farsi due casi. O la linea (A), in cui esse (fig. 159.) s'incontrano, è verticale: e il liquido si solleva o deprime vie maggiormente verso il vertice dell' angolo; assumendo nella superficie quella figura, che à nome *iperbola equilatera*. Oppure tal linea è orizzontale: ed una goccia di liquido, frapposta alle dette lastre, prende alle due estremità la figura di menisco o concavo (fig. 160.) o convesso (fig. 161.), secondo che bagna o no le lastre medesime.

4° Un altro fatto, che si riporta alla capillarità si è, che due corpi galleggianti sopra un liquido, da cui o veruno dei due o entrambi restano bagnati (come sarebbero due palle di cera, o di sughero), non sì tosto sono portati a quella distanza reciproca, alla quale la superficie del liquido interposto si fa tutta curva, che subitamente s'attraggono. Per converso si respingono a vicenda, ove uno solo di essi venga bagnato dal liquido.

Fig. 160.

Fig. 161.

5° Si ascrive parimente alla capillarità il salir dell' olio ne' lucignoli, il filtrar dell' acqua nelle fenditure delle rocce, e l'introdursi de' succhi nutritivi nelle barbicine delle radici de' vegetali. L'acqua contenente de' sali in soluzione s'introduce, anche salendo, ne' meati di alcune pietre, e coll' evaporare lascia un deposito solido, che imita assai bene le ramificazioni delle piante; come si osserva nelle così dette *dendriti*.

***42. Spiegazione della capillarità.** — I. Ma qual' è la ragione di così importanti fenomeni? Dalla descrizione delle leggi della capillarità si può agevolmente dedurre, che essa debba derivare da un intreccio della forza di attrazione moleculare del liquido con quella, che si esercita fra il liquido e la sostanza del solido, e finalmente colla gravità del liquido medesimo. E poichè (**41.** III. 7ª) la differenza dei due livelli (interno ed esterno) è indipendente dalla densità e spessezza dei tubi (il che significa che non v' influiscono gli strati solidi del tubo, i quali si trovano sensibilmente distanti dalle molecule liquide), conviene dire, che questa attrazione del tubo non si esercita che sulle molecule prossime al contatto; ed è una vera attrazione (**28.** I. 4ª) moleculare. Per la qual cosa quest'attrazione medesima del solido pel liquore, la quale non è risentita dal sottilissimo cilindro liquido che occupa il mezzo del canale del tubo, s'impiega solamente a far cambiare la figura alla superficie del liquore; s'impiega cioè unicamente ad incurvare la sommità della colonnetta liquida. Non può essere dunque che questa curvatura la cagione, la quale produce la sollevazione o la depressione del liquido.

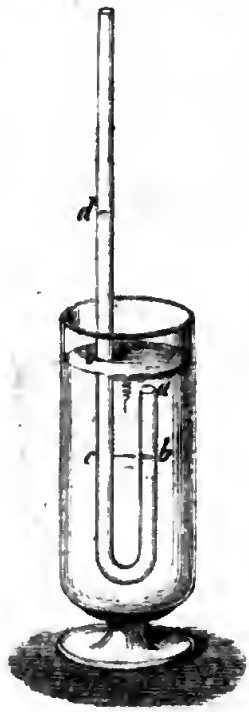

Fig. 162.

II. Il sovra esposto ragionamento (cui dobbiamo al celebre La Place, e cui questi corrobora con indagini di calcolo, che non possono aver luogo in questa Parte della Fisica) vien confermato dal seguente sperimento. Si tuffi completamente nell'acqua (fig. 162.) il braccio più corto (*ab*) di un piccolo sifone (*abcd*) capillare di vetro, a spesse pareti e ricurvo. L' acqua s' innalzerà nel braccio più lungo ad altezza tanto maggiore (*d*) del livello esterno (*o*), quanto più breve è il diametro del canale interno del sifone. Ma ove questo si estragga verticalmente dall'acqua in modo che sulla bocca (*a*) si formi un colmo, la colonnetta dell' altro braccio (*cd*) di-

viene più alta. Ora ciò si deve manifestamente alla forza, cui esercita la forma di menisco convesso assunta dal liquido (in *a*) in sostituzione della superficie piana che avea il livello (*o*) del liquido sovrastante, finchè il sifoncino era tuffato nell'acqua. Conciossiachè, se con un dito o con un soffio si tolga la colmatura (sopra *a*), avviene che la colonnetta del braccio lungo (*cd*) ricada all'altezza primiera. Anzi togliendo ancora ua poco di liquido dal braccio corto del sifone, affinchè in esso pure la superficie dell'acqua sia concava, questa si stabilisce all'altezza medesima in ambedue le braccia. In somma, in quest' ultimo caso (fig. 163.), i livelli sono alla stessa altezza (*hk*) orizzontale; se il liquido nel braccio corto termina in superficie piana (*b*), vi è una differenza fra i due livelli (*b*, *c*), ma questa non è tanto grande; se poi il livello nel braccio corto (in *d*) sarà convesso, si avrà una sollevazione (*ke*) maggiore nell'altro braccio. Ciò sembra dimostrare che l'innalzamento, o la depressione dei liquidi nei tubi capillari dipenda dalla forma, che prendono le estremità delle colonnette fluide contenute in essi tubi; e che però l'attrazione delle loro pareti serva solamente a far variare la detta forma, serva cioè a renderla convessa, se l'attrazione molecolare del liquido per sè stessa superi l'attrazione sua pel solido, come accade del mercurio verso il vetro; e la renda invece concava, quando l'attrazione, che si esercita fra le molecule liquide, sia inferiore a quella delle stesse verso il solido, come avviene nell'acqua contenuta nei tubi di vetro.

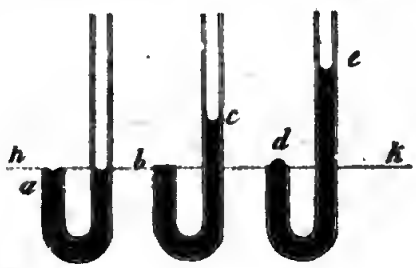

Fig. 163.

43. Endosmosi. — A stretta attinenza coi fenomeni della capillarita il fatto, di cui passiamo a dare un breve cénno.

I. PROPOSIZIONE. *Due diversi liquidi, atti a mescersi insieme, traversano in proporzioni differenti una membrana, o una lamina porosa di qualche sostanza inorganica, permeabile almeno ad uno di essi, dalla quale sieno separati.*

Dimostrazione. Una vescica (fig. 164.) si empia di acqua gommata, o di latte, o di albumina, o di soluzione di zucchero, di un liquido insomma più denso dell'acqua; poi vi s'introduca un lungo tubo di vetro (EFG), ed a questo si leghi ermeticamente la bocca della membrana. Ciò fatto, si tuffi la membrana (BCD) in un recipiente di acqua: dopo qualche tempo si vedrà elevarsi il livello (F) del liquido fino a parecchi decimetri; e se il tubo non sia sufficientemente lungo, il liquido sgorgherà di fuori. Donde apparisce che un poco di acqua è salita nella vescica a traverso la membrana. Ma l'acqua stessa del recipiente dopo qualche tempo contiene del latte, o dell'albumina,.., insomma un poco di quella sostanza, di cui la vescica è stata riempiuta. Se invece la membrana fosse stata empita di acqua e tuffata in un liquido più denso, si sarebbe abbassato il livello interno, ed innalzato l'esterno. Si noti che il fatto non può ascriversi semplicemente alla capillarità: perchè per questa non accade mai che il liquido si riversi al di fuori. Si avverta inoltre che le due correnti liquide, che qui si stabiliscono, non sono uguali, anzi ciò che entra nel liquido più denso supera quello che ne esce. Dunque ecc.

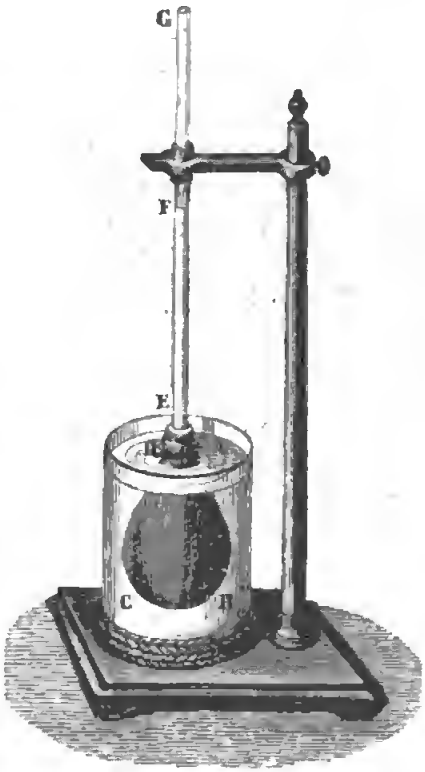

Fig. 164.

II. DEFINIZIONI. 1ª La corrente che va nel liquido, di cui aumenta il volume, chiamasi *endosmosi.*

2ª Si denomina *esosmosi* l'altra corrente, la quale esce dal liquido, che aumenta di volume.

3ª L'apparato sopra descritto à nome *endosmometro.*

4ª Quando un liquido penetra nei pori di un solido privo di vita, suol dirsi che accade *imbibizione*.

5ª Si chiama *assorbimento* la penetrazione di un liquido nel tessuto di un corpo vivente.

III. SCOLIO. La proposizione dimostrata contiene le condizioni necessarie al fenomeno; che sono appunto quelle, colle quali deve conciliarsi la sua spiegazione, affinchè sia plausibile. Ma questa finora non fu ancora data, almeno in modo pienamente soddisfacente. Quello che può dirsi con certezza si è, che il fenomeno deve dipendere sì dall'azione reciproca dei due liquidi, come dalla diversa azione capillare, che si esercita tra i liquidi ed il diaframma, cui traversano entrambi. Infatti il fenomeno non à luogo fra liquidi che non sono atti a mescersi insieme, come sarebbero acqua ed olio: ed inoltre l'endosmosi à luogo ordinariamente in favore del liquido per cui la detta azione capillare è più debole.

***44. Conclusione dell'Articolo.** — Le leggi della fluidità racchiudono la spiegazione di un gran numero di fatti assai importanti. E comecchè i fenomeni esposti in questi ultimi paragrafi possano sembrare minuti, pur tuttavolta ànno essi pure la loro rilevanza: perchè servono a quella qualunque spiegazione, certo la meno incompiuta che oggidì possa darsi, della vita delle piante e degli animali. Ad esporne un qualche saggio faremo una breve descrizione delle tre grandi circolazioni, che avvengono nei tre regni della Natura.

I. L'acqua che, per la continua evaporazione, dai mari, dai laghi, e dai continenti si solleva nell' alto dell'atmosfera, e va a raccogliersi di preferenza sui monti, cade in pioggia più abbondante su questi; e correndo giù per la china filtra per ogni screpolo nelle rocce, e geme nelle caverne: donde per tubi sotterranei scende sempre più in basso, ed incontrandosi e congiungendosi con altre simili correnti, forma una vena. Questa o prima o poi viene a ritrovarsi racchiusa dentro letti e banchi di argilla, che le è impermeabile; e però è costretta ad empire de' vasti serbatoi, dai quali finalmente o trabocca in una sorgente, o fors'anche risale, quasi per un doccione naturale, ad un'altra montagna poco meno alta; e giunta colassù spiccia in polle e fontane, o si riversa in cadute

spesso assai vaghe a vedere, e sempre utilissime agli uomini e agli animali. Donde prima in fossatelli, poi in rivi, quindi in torrenti, e da ultimo in larghi e maestosi fiumi va a scaricarsi negli oceani, per tornar poi con lena infaticabile ad evaporare, a risalire alle nubi, ed a risolversi di nuovo in pioggia.

II. Ma non tutta l'acqua che cade in terra ritorna al mare: chè gran parte se ne arresta per via ad irrigare i campi ed annaffiare i vegetali. E qui essa intraprende un lavorio assai più complicato e difficile a spiegarsi. Conciossiachè parte rimane assorbita dalle foglie stesse delle piante, e parte insinuandosi nella divisissima terra vegetale si mesce ai sali, cui questa contiene, e li discioglie e distempera; e poscia per capillarità imprende a salire per le sottilissime fibrille, che costituiscono le estremità delle radici. Ma la capillarità non può fare ascendere questo umore, che nelle cellule inferiori, nè può produrre veruna corrente. Interviene allora opportunamente l'endosmosi, per cui il succo elaborato dal vegetale sale ancor più su; e quindi addensandosi vie maggiormente verso le parti più elevate, per le nuove elaborazioni, alle quali va soggetto, ed aiutato eziandio dal vuoto che si forma in alto per l' esalazione delle foglie, passa di cellula in cellula, di fibra in fibra, e su pei vasi del tronco, e dei rami, assimilandosi passo passo, e tramutandosi in sostanza organica, si spande ad alimentare le varie parti della pianta. Se non che all'avvicendarsi del maggior calore della giornata col minore della notte, i canali ora sono più aperti, ed or più angusti, ed il succo nutritivo quando è spinto a salire ed empirli, e quando a ricadere con incessante circolazione.

III. Non altrimenti negli animali inferiori, che ànno un tessuto esclusivamente cellulare. Nei superiori invece, che ànno anche fibre e vasi, interviene l'assorbimento favorito dal calore, dalla traspirazione, e dalle sottrazioni sanguigne. Ma assai più sorprendente e misterioso è il magistero, che in questi presiede alla circolazione del sangue. Su tutte le parti del corpo sono disseminati de' tubetti capillari, i quali si riuniscono prima in altri meno angusti e numerosi, e poi in altri ancora più ampii e minori in numero; finchè tutti quelli, che vengono dal capo e dalle parti superiori al cuore, vanno

Digitized by Google

a terminare in un solo condotto chiamato *vena cava superiore*, e in un altro, detto *vena cava inferiore*, metton capo tutti quegli altri che derivano dalle parti inferiori. Queste due vene s'innestano all'*orecchietta destra* del cuore, e vi versano il sangue, che per tutte le sopra nominate ramificazioni, le quali chiamansi parimenti *vene*, è stato raccolto da ogni parte del corpo. Nel feto, racchiuso nell'utero materno, e impossibilitato a respirare, questo sangue dall'orecchietta destra passa subito nella sinistra per un foro, che poi si chiude, quando il neonato comincia a respirare. Ma da tal momento in poi il sangue chiamato *venoso*, che è di un colore nerastro ed incapace di mantener la vita, discende per un foro nel ventricolo destro; quindi per le contrazioni di quest'ultimo non potendo ritornare nell'orecchietta, perchè una valvula gliene impedisce il passaggio, è spinto su per l'arteria, che imbocca nella parte superiore del ventricolo stesso. Or tale arteria si biforca in due minori, che sono le arterie pulmonari; una delle quali, passando sotto l'aorta, va a ramificarsi nel polmone destro; l'altra, dopo essersi innalzata sopra l'aorta medesima, va al polmone sinistro. Quindi il sangue si trova in contatto coll'aria: dacchè anche la *trachea* si biforca in due tubi detti *bronchi*, ciascuno dei quali va a spandere una grande quantità di tubi sempre più sottili ad uno dei polmoni; e così l'aria ispirata, ed introdotta per mezzo dei bronchi medesimi nel polmone, si mette in contatto col sangue, dà a questo il suo ossigeno, e con ciò lo tinge di un bel rosso acceso. Dopo ciò i rossi globuli del sangue, nuotanti in un bianco siero, rotolano giù pe' sottilissimi canali delle vene polmonari; e, raccogliendosi quasi da tanti rigagnoli e rivoletti in sempre più ampii e men numerosi fiumicelli, si scaricano nell'orecchietta sinistra per quattro vene, e per i due fori, ai quali ciascuna coppia (di esse vene) s'innesta. Allora quell'orecchietta, alla diastole facendo seguire la sistole, si contrae, e spinge il sangue al ventricolo sinistro. Il quale, più consistente del destro e di ambedue le orecchiette, si contrae con tanta forza, che il sangue ne viene spinto nelle arterie, e per esse a tutte le parti del corpo. Primieramente dunque il sangue si getta nell'aorta, la

quale sollevandosi va a passare a cavalcioni là, dove si staccano le due arterie polmonari, e ripiegandosi indietro, discende in basso. Prima per altro che il sangue dall'aorta si spartisca in tutte le arterie, e per queste spandasi in ogni parte, riceve le sostanze alimentari. Dacchè gli alimenti tritati dai denti, ed impastati colla saliva discendono giù per *l'esofago* allo *stomaco*; ed ivi per l'azione dei succhi gastrici formano un pastone chiamato *chimo*. Il chimo discende quindi nell'*intestino*, cui dicon *tenue*; ed ivi viene imbevuto di *bile* e di sugo *pancreatico*, e però cangiasi in un liquido biancastro, denominato *chilo*, simile al latte. Ma poichè l'intestino è rivestito dei vasi detti *chiliferi* sparsi sul *mesenterio*, e questi mettono tutti ad un condotto nominato il *canale toracico*, e tal condotto s'innesta sull'arteria *succlavia sinistra*; così è che qui viene gettato il liquido nutritivo. Per la qual cosa quando il sangue è per ripartirsi nelle arterie incontra il chilo, vi si associa, e prendendo allora il nome di sangue *arterioso* va a spargersi in tutte le ramificazioni delle arterie, ed introducendosi in tubetti sempre più fini, s'intromette finalmente in tutte le parti del corpo, e le alimenta. Spetta poi agli organi secretorii segregare e mandare alla loro destinazione quelle sostanze, che debbono servire a tale o tale ufficio.

IV. In tutti questi movimenti chi non ravvisa una grandezza, che colpisce lo spirito, che gli fa sentire i limiti dell'intendimento umano, e che gli ispira una profonda ammirazione per la suprema intelligenza del suo divino Creatore? Chi quindi non si sente, direi quasi, sospinto a gittarsi colla fronte sul suolo per adorare un Essere così potente? Chi non impara da ciò a valutare la bontà immensa del grande Iddio, che si è degnato ammetterci alla gloria di poterlo servire, e di poterlo perfino amare?

ARTICOLO III.

ELASTICITA'.

45. Uniformità del condensamento dei vapori. — Già fu detto (**15.** I. 2°) che la compressibilità è del tutto re-

lativa alla elasticità; e però non dee recar meraviglia, che il discorso della proprietà caratteristica dei vapori prenda le mosse da quello della compressibilità loro.

I. SCOLII. 1° Poichè la *macchina* così detta di *compressione* serve ad ottenere alcuni fenomeni, che soglionsi spiegare in tutti i Corsi elementari; e perchè essa medesima riceve la sua spiegazione dalla legge, della quale dobbiamo qui intrattenerci; così per dimostrar questa crediamo opportuno servirci della macchina medesima, e quindi con ciò essa pure verrà ad essere spiegata.

2° La macchina di compressione (fig. 165.) costa principalmente di due pezzi; e sono la *tromba di compressione*, ed il *recipiente*. La prima non è che una tromba premente (37. II.). In fatti consiste in un cilindro munito di proprio stantuffo (S), e di due valvule, una delle quali (U) sta nella parte interna dello stantuffo, e s'apre verso il cilindro; l'altra (V) sta al fondo del cilindro, e s'apre verso il canale (CBA), che mette al recipiente. Il recipiente (R) poi è costituito da un piatto mettallico (GH), sul quale è posato un cilindro di vetro (FGHK), coperto da un altro piatto metallico (FK), e tenuto stretto fra i detti due piatti da quattro chiavarde (D,D',...) che li trapassano, e da quattro viti (E,E'...) destinate a stringere le chiavarde medesime.

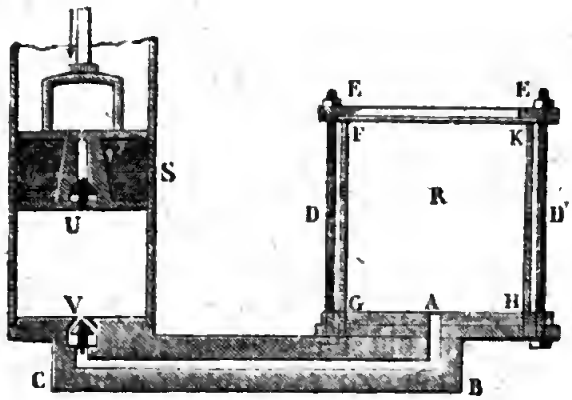

Fig. 165.

II. POSTULATO. *La maggior elasticità indica, a parità di condizioni in tutto il resto, maggior condensazione.* Questa verità è tanto manifesta per sè medesima, che può richiedersi e deve accordarsi senza veruna dimostrazione.

III. TEOREMA. *I vapori sotto la compressione tendono a condensarsi uniformemente.*

Digitized by Google

Dichiarazione. Qui si asserisce che i vapori, sottoposti che sieno a qualche pressione, non si addensano più in questa che in quella parte, ma, ove ne abbiamo il tempo, ugualmente da per tutto. Cosa, la quale potrebbe anche dedursi dalla trasmissione delle pressioni (**36.** I.), che compete ai vapori, come quelli i quali sono fluidi non meno dei liquidi. Ma siccome può dimostrarsi ancora esperimentalmente, sarà pur bene recare in mezzo questa prova di fatto; per la quale si avrà un nuovo argomento della fluidità degli aeriformi, ed un esempio degli effetti di questa fluidità medesima nei corpi compressibili ed elastici.

Dimostrazione. Coll'abbassare lo stantuffo (S) si ristringe lo spazio occupato dall'aria, e però questa deve comprimersi nella tromba. Ma alla compressione tien dietro l'elasticità, per la quale viene chiusa la valvula (U) dello stantuffo, ed aperta quella (V) del canale: dacchè, se qui v'è la trasmissione delle pressioni, tanto l'aria immediatamente premuta dallo stantuffo, quanto l'altra, che tocca il fondo, deve condensarsi; e perciò stesso si dee sviluppare sì in quella che in questa una forte elasticità. Per la qual cosa l'aria della tromba passa pel canale (VCBA) nel recipiente (R) ad aggiungersi a quella che vi preesisteva, e vi si condensa. Quando poi si fa salire lo stantuffo, la valvula (V) del canale si chiude: perchè l'aria compressa nel recipiente, per la sua elasticità esercitando pressione in ogni verso, come conviene ai fluidi, preme questa valvula (qualunque ne sia la giacitura) contro la tromba. Ma frattanto si riapre la valvula (U) dello stantuffo, ed il cilindro si riempie d'aria; come si empirebbe d'acqua, se, invece di essere immerso in quella, fosse tuffato in questa, alla maniera di una tromba premente (**37.** II. 2°). Abbassando nuovamente lo stantuffo, l'aria or ora entrata nella tromba è costretta a passare nel recipiente; ed al rialzarlo torna a riempirsi la tromba; e riprincipia il giuoco di prima. Or bene: la elasticità, che si svolge nell'aria compressa, à la stessa forza sulle valvule, dovunque sieno esse collocate. Se dunque dalla uguaglianza di elasticità può arguirsi l'uguaglianza della condensazione, dobbiamo dire, che l'aria, anzi ogni vapore (poichè il fatto si avvera in tutti) tende a condensarsi uni-

formemente. Infatti, a mano a mano che entra altr'aria nel recipiente, si stenta sempre più ad abbassare lo stantuffo, e finalmente l'aria addensata acquista tal forza, che la valvula del canale non può più aprirsi; anzi avverrà forse che il recipiente si spezzi. Tanto si rinforza l'elasticità degli aeriformi condensati! Ed è però che, a provvedere alla incolumità dei circostanti, si suole racchiudere il recipiente dentro una gabbia di fili d'ottone, la quale arresti almeno i frantumi, che al suo spezzarsi sarebbero lanciati intorno con grande impeto. Del resto la violenza, che fa l'aeriforme compresso contro le pareti del recipiente, è uguale in ogni parte.

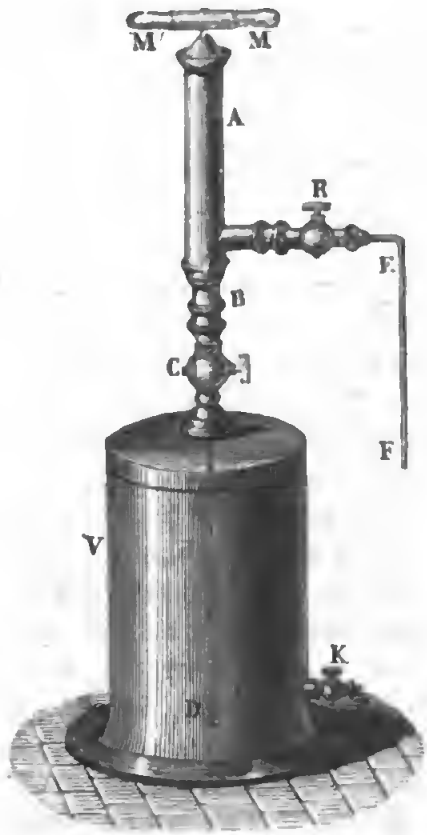

Fig. 166.

IV. COROLLARIO. Per lunghi che sieno i condotti del gasse dell'illuminazione, per varia che sia la distanza dei becchi dei fanali dallo stabilimento, ove si fa e donde deriva il gasse medesimo, questo à in tutti i canali la condensazione stessa, ed esce all'aperto colla stessa forza.

V. SPIEGAZIONI. Questa proprietà degli aeriformi spiega la così detta *fontana di compressione*, il *fucile a vento*, e la *fontana* cui chiamano d' *Erone*.

1ª Sia (fig. 166.) un recipiente (V), dal coperchio del quale sorga un tubo munito di propria chiavetta (C), e di una madrevite (in B) destinata ad invitarvi la tromba di compressione (A). Questa sia dotata di un'altra chiavetta (R); ed il tubo sopraddetto si prolunghi internamente fino quasi al fondo (in D) del recipiente medesimo (V). Essa è appunto la

fontana di compressione. A farla agire si principia dal versar acqua nel recipiente, ma senza empirlo; e poi, aperte ambidue le chiavette (C, ed R), si mette in giuoco lo stantuffo. Con ciò, come sappiamo, prima l'aria si condensa nel tubo (CD), e poi viene cacciata (in D) al fondo del recipiente, donde a gallozzole traversa l'acqua e sale fino al cielo del medesimo. Seguitando a far agire lo stantuffo, si viene successivamente a condensare sempre maggior quantità d'aria sull'acqua del recipiente. Ciò ottenuto, si chiude la chiavetta (C) del tubo, si svita la tromba (A), ed in sua vece s'invita un tubetto sottile. Allora, riaprendo la chiavetta (C) medesima, si vedrà sorgere uno zampillo d'acqua. È l'aria condensata (in V), che premendo ugualmente per ogni verso e trovando cedevole (dacchè si aperse C) la sola acqua, si caccia questa dinanzi, e la sospinge fuori con tanto maggior violenza, quanto essa è più condensata.

Fig.167.

2ª Un fucile della forma ordinaria col calce vuoto e munito alla bocca di una valvula, la quale si apra verso il calce medesimo, e colla canna atta ad essere invitata o svitata a piacere su questo, è ciò che chiamasi fucile a vento. Per farlo agire, bisogna principiare dal caricarlo colla tromba di compressione (fig.167). La quale, in questo caso e nell'antecedente, consiste in un tubo (A) dotato del proprio stantuffo (S) massiccio, e di due valvule, una (C) posta in basso, che s'apre verso il calce, e l'altra (B) collocata di fianco, che s'apre verso l'interno del tubo. Prima dunque s'invita al calce la tromba, e per essa vi si condensa l'aria; quindi, tolta la tromba, vi si sostituisce la canna con entro una palla di piombo. Ognuno ammetterà che, aprendo con un grilletto la valvula del calce, l'aria dee uscire con impeto, e lanciar fuori la palla; come farebbe l'aeriforme, in che si traduce per la combustione la polvere. Anzi, se il grilletto medesimo sia lasciato subito, affinchè abbandoni la valvula, questa immediatamente si chiuderà; e poi, riaprendola successivamente a tratti, si potranno lanciare uno dopo l'altro varii proiettili.

3ª Resta ora a spiegare la fontana, che à ricevuto il nome del suo inventore Erone, il quale fiorì nella Scuola alessandrina 120 anni avanti l'èra volgare. Si compone essa (fig. 168.) di due recipienti uno superiore all' altro, di tre tubi (*kl*, *m*, ed *no*) verticali, e di una vaschetta (V) posta sul recipiente superiore. Un tubo (*kl*) mette in comunicazione il cielo del vase superiore con quello dell' inferiore; un altro (*no*) stabilisce un canale fra il fondo (*o*) di questo stesso recipiente, e la vaschetta (V); e finalmente un terzo tubetto (*m*) discende dalla vaschetta fin quasi al fondo del recipiente superiore. Si principia dal riempire pressochè interamente di acqua il vase superiore; quindi s'invita un tubetto sottile sul condotto mediano (*m*), e finalmente si versa acqua anche nella vaschetta (V). Naturalmente l' acqua versata nella vaschetta pel peso suo è costretta a discendere nel recipiente inferiore; ond'è che si ristringe lo spazio occupato dall' aria. Questa perciò si addensa, e per elasticita s'intromette nel tubo (*lk*), che stabilisce la comunicazione fra i due vasi, e sale nel recipiente superiore. Qui ora si produce la condensazione dell'aria. Per lo che questessa premerà per ogni verso, e spingerà l' acqua nel tubetto mediano (*m*). Ne deriva un getto violento, finchè seguita a cadere altr'acqua nel recipiente inferiore, e a condensarsi l'aria nel superiore.

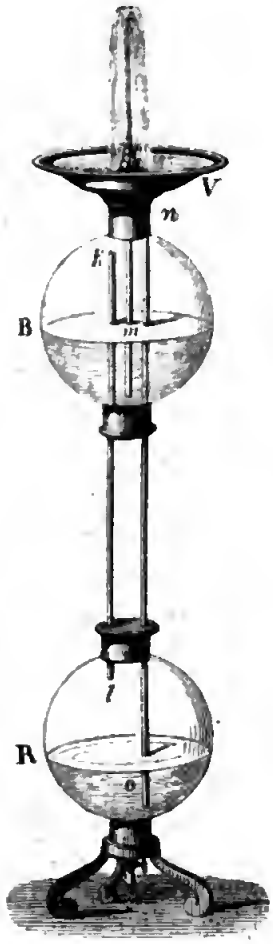

Fig. 168.

46. Espansività de' fluidi elastici. — Abbiamo intitolato il presente Articolo, dalla sola elasticità; perchè la espansività, come accennammo (**15.** I. 2°), non è che un caso di quella. Ma prima di dimostrar ciò, è necessario prendere di questa una cognizione più compiuta.

Digitized by Google

I. PROPOSIZIONE. *Gli aeriformi tendono a spandersi uniformemente.*

Dimostrazione. Ritorniamo un istante col pensiero alla macchina di compressione (fig. 169.); ed imaginiamo che le animelle (V ed U) sieno disposte in senso inverso; e, se si vuole, al recipiente venga sostituita una campana di vetro (R) coll'orlo della bocca ben rispianato a smeriglio. Al sollevarsi dello stantuffo, chiudesi da sè la valvula (U) di esso; e s'apre quella (V) del canale. La cosa è agevole a spiegare. Conciossiachè, nell'innalzare lo stantuffo dal fondo fino al cielo della tromba, viene a formarsi dentro di questa un vuoto, e ad esibirsi all'aria (racchiusa nella campana R) tutta la capacità della tromba, affinchè in virtù della sua espansività corra ad occuparla. E di fatto essa, facendo forza per ogni verso, apre realmente la valvula del canale, e si diffonde nella tromba: perciò occupa tutto ad un tempo e questa e la campana. Finchè lo stantuffo saliva, è rimasta chiusa la valvula sua, per la espansività dell'aria esterna; ma, all'abbassarlo, l'aria della tromba viene costretta ad occupare uno spazio minore: il perchè essa reagisce, e facendo forza per ogni verso, chiude la valvula del canale, ed apre quella dello stantuffo. A questo modo l'aria, invece di tornare nella campana dov'era, è obbligata per la sua stessa elasticità ad uscire all'aperto. Al rialzar di nuovo dello stantuffo, torna ad empirsi la tromba con un'altra porzione d'aria della campana. Al riabbassarlo un'altra volta, anche quest'aria sovraggiunta gli passa sopra, ed esce fuori. E così viene via via rarefacendosi l'aria nella campana in virtù appunto di questa forza, che tende a darle una espansione da

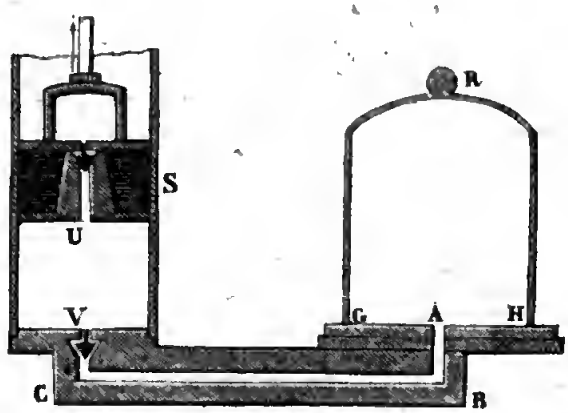

Fig. 169.

per tutto uniforme, vuoi in un medesimo recipiente, vuoi in più comunicanti fra loro.

II. DEFINIZIONI. 1ª La macchina descritta dicesi *pneumatica*.

2ª La rarefazione, che per essa s'ottiene nell'aria, vien detta *vuoto boileano*; nome desunto da quello di Boyle, che ideò i più interessanti perfezionamenti di questa macchina.

III. SCOLII. Per mezzo della macchina pneumatica si veggono più chiaramente gli effetti dell'espansività. Ma prima di esporli descriviamo i perfezionamenti, che essa à ricevuto.

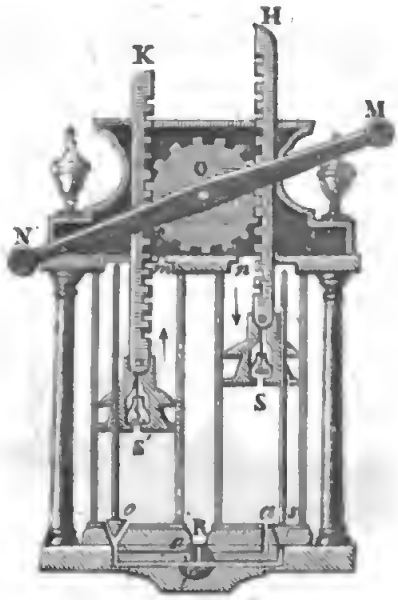

Fig. 170.

1° Siccome l'espansività viene diminuendo a mano a mano, che si rarefà l'aria nella campana; così si arriva ad un punto, in cui la differenza fra la pressione interna e la esterna è tanto grande, da riuscire assai difficile il seguitare ad alzare lo stantuffo. A questo s'è provveduto coll'aggiungere una seconda tromba (fig. 170.) comunicante nello stesso canale (R), col fare quasi a sega, cioè dentate, le aste (K ed H) degli stantuffi, e col porre fra queste una ruota (O) dentata, i denti della quale ingranassero con quelli delle aste medesime. A questo modo, producendo un'altalena nel manubrio (NM) innestato all'asse della ruota, i due stantuffi s'alzeranno ed abbasseranno alternamente, ma unitamente. E però la pressione, che fa l'aria esterna per la sua espansività contro lo stantuffo che è stato innalzato, o sotto cui si è fatta la rarefazione, aiuta a sollevar l'altro, sul quale l'aria esterna esercita la pressione stessa.

2° Col rarefar l'aria diminuisce talmente la sua espansività, che a lungo andare le animelle del canale non s'aprono più. Per la qual cosa si è pensato di sostituire ad esse due conetti troncati (*o* ed *s*), ognuno dei quali chiude una sot-

toposta apertura ugualmente conica, ed è portato da una propria asta, o filo di ferro; che, trapassando per mezzo allo stantuffo, va a terminare a piccola distanza dal cielo della rispettiva tromba. Ond'è che, al primo salire dello stantuffo, l'asta del piccolo cono è portata alquanto in su per l'attrito, ma subito il suo estremo superiore batte contro il cielo della tromba, ed è arrestata. Essendo quindi così piccola la salita del conetto, dovrà questo chiudere la sottoposta apertura, appena lo stantuffo principia a discendere.

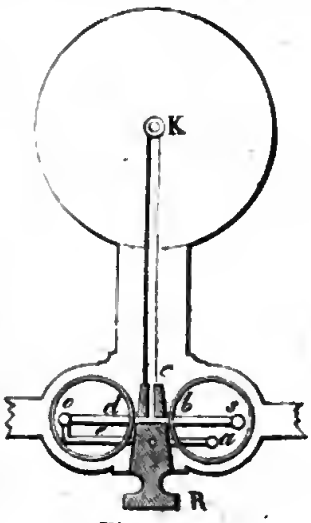

Fig. 171.

3° Ma non basta. Giunge un tempo, in cui l'aria, la quale passa successivamente dalla campana alla tromba, è così poca, che (anche quando è stipata tutta sotto lo stantuffo) è rada più dell'esterna; e però non può esercitare per espansività una pressione che sia bastevole ad aprire la valvula, ed uscire all' aperto. Al che à in gran parte rimediato Babinet, per mezzo di una chiavetta, che porta appunto il nome suo 1. La quale è costruita in modo, che in una sua posizione (fig. 171.) mette in comunicazione il canale della macchina con ambidue i fori (*o* ed *s*) delle trombe; ma girandola

1 La chiavetta di Babinet (fig.173.) à nella sua parte più ristretta del mastio un foro (*cv*) longitudinale, che da una parte (*c*) imbocca col canale della macchina, e dall'altra (*v*) mette a due altri fori trasversali, uno (*nu*) dei quali passa da parte a parte la chiavetta, e l' altro (*vi*) perviene ad un sol lato di essa. Oltre questo la chiavetta verso l' impugnatura (R) a un altro foro trasversale (*to*) isolato, e parallelo al foro (*vi*) che penetra fin solo al mezzo del mastio. Questo è destinato ad essere introdotto in un grosso foro conico, che fa sèguito al canale della macchina, e trovasi fra le due trombe, e dentr'esso può girarsi (fig.172.) di 90°.

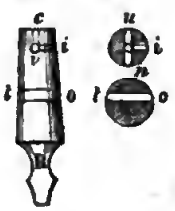

Fig. 172.

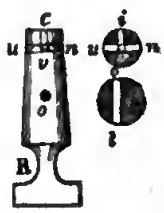

Fig. 173.

Quindi in una posizione (fig.170,171.) della chiavetta il foro trasversale (*un*) imbocca coi due canali (*do*, *bs*) che vanno sotto ai conetti (*o* ed *s*),

di 90° (fig. 174.), viene a togliersi la comunicazione fra la tromba sinistra, e la campana, ed invece si apre un libero adito fra le due trombe. Per lo che l'aria rarefatta nella tromba destra, quando non può più aprire la valvula (fig. 175.) del suo stantuffo, per un condotto (*a*) mediano (che è sempre aperto) va al conetto della tromba sinistra: e poichè in quel tempo, in cui discende lo stantuffo destro, si solleva il sinistro; così essa si addensa sotto il destro, passa pel foro (*a*) sempre aperto sotto la tromba sinistra, e trovando in questa sollevato il conetto, vi s' introduce liberamente. Perciò nella tromba sinistra verrà successivamente addizionandosi tant'aria, che finalmente questa acquista una forza sufficiente per aprire la valvula dello stantuffo ed uscir fuori.

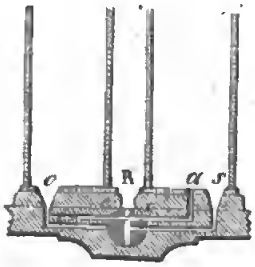

Fig. 174.

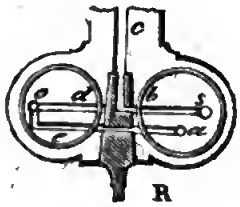

Fig. 175.

4° Se non che ad onta di tutte queste precauzioni, il vuoto boileano non è mai perfetto. E ciò non solo perchè i successivi residui dell'aria nella campana pneumatica stanno fra loro in proporzione geometrica, e però matematicamen-

e l'aria passa alternamente nella tromba destra e nella sinistra. Invece, quando la chiavella si gira di 90° (fig. 172,175.), il primo foro trasversale (*nu*) batte contro le pareti massicce del canale conico che è riempiuto dalla chiavella, e resta chiuso da ambedue le parti. Ma allora il mezzo foro trasversale (*vi*), che si solleva normalmente al trasversale intero (*nu*), va a corrispondere col canale (*bs*), che mette al conetto destro. L'aria dunque proveniente dalla campana, in tal posizione della chiavetta, passa a spandersi a tratti nella tromba destra; e trovando l'altro foro (*a*) di questa tromba in comunicazione col conetto sinistro, si getta per questo canale (*a*), che imbocca nel secondo foro (*to*) trasversale della chiavetta; e così, ogni volta che il conetto stesso s'innalza, essa corre nella tromba sinistra (fig.174.).

Per la qual cosa quando l'aria, uscita dalla campana, mancherà di forza per aprire la valvula dello stantuffo e vincere la pressione dell'aria esterna, potrà per questo artificio spandersi liberamente nel vuoto dell'altra tromba, e lasciare così più rarefatta quella che rimane nella campana.

te non raggiungono mai lo zero; ma più veramente perchè ancora prima che essi giungano ad una quantità insensibile, ossia allo zero fisico, l'aria cessa di aver la forza, che sarebbe pur necessaria ad aprire la valvula stessa dello stantuffo sinistro.

5° Ciò non ostante la macchina pneumatica (fig. 176.) è assai più opportuna di ogni altro strumento per dimostrare

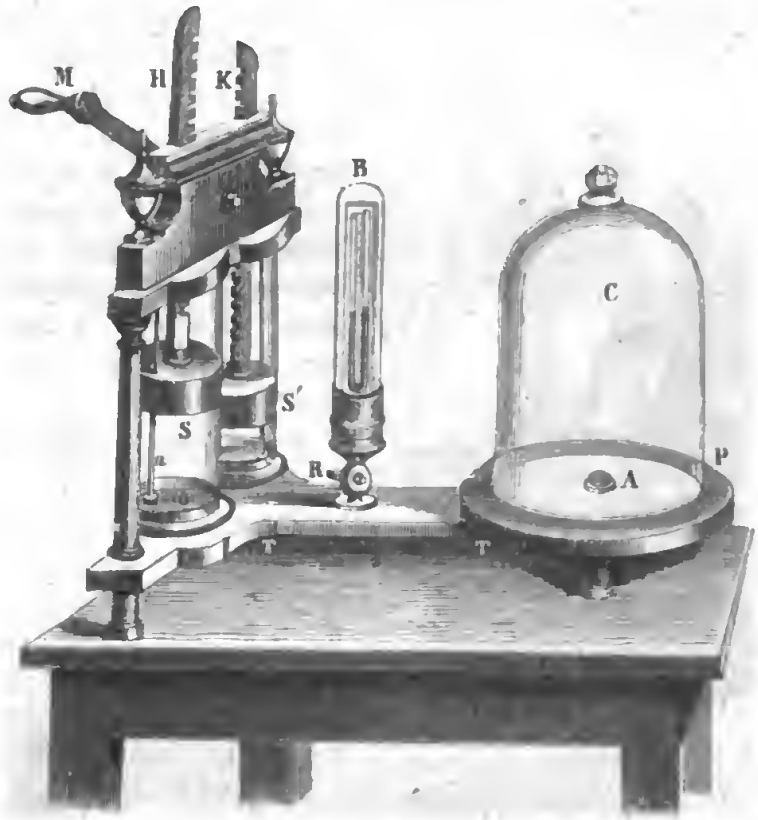

Fig. 176.

quelle leggi fisiche, le quali non vengono in atto che nel vuoto. I. Infatti il *tubo* così detto *della caduta dei gravi*; pel quale si dimostra (**19.** III. 1ª) che la gravità attrae tutti i corpi colla stessa forza, si vuota d'aria, invitandolo nel mezzo (A) del piatto, ove è appunto l'apertura del canale della macchina. II. Parimenti la dimostrazione stessa dell'espansività dei gassi riesce assai manifesta nel seguente modo. Si prende

(fig. 177.) una vescica (V) floscia munita di una chiavetta, e vi si lascia un poco d'aria, oppure vi s'introduce una piccola quantità di qualsivoglia altro aeriforme; e poi si colloca sotto la campana pneumatica. Appena si principia a fare il vuoto, la vescica si rigonfia: perchè la espansività del fluido elastico, il quale trovasi nella vescica, supera quella dell'aeriforme, che rimane nella campana. La stessa dimostrazione si ricava dalla fontana nel vuoto (fig. 178.). Un vasetto, contenente un liquido e dell'aria, si chiude con un turacciolo (C) traversato da un tubetto (*to*), che ne tocca quasi il fondo; e poi si colloca sul piatto della pneumatica (PP'), e si ricopre con una campana. Col rarefar l'aria, il gasse contenuto nel vasello, non sostenendo più la stessa pressione esterna, fa forza sul liquido e ne fa zampillare una fontana.

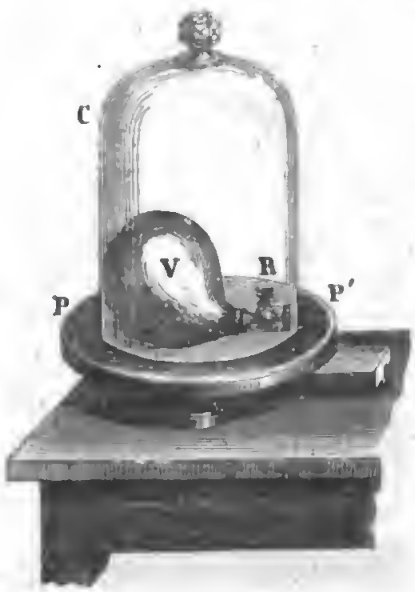

Fig. 177.

47. Spiegazione delle trombe. — L'attributo dell'espansività dell'aria dà ragione dei fenomeni delle trombe. Dalle teorie della fluidità (**37.** III.3ª), e specialmente del paradosso idrostatico, risulta come, adoperando la tromba premente (**37.** II.2ª) per portar l'acqua a molto grande altezza, si esiga uno sforzo straordinario: e ciò per la ragione che la pressione della colonna d'acqua, la quale s'innalza nel tubo laterale, cresce non colla massa, ma coll'altezza di questa. Agevolano tale operazione due altre trombe, una detta *aspirante*, e l'altra chiamata *composta*, o *prementaspirante*: l'utilità delle quali proviene appunto dalla espansività dell'aria. Prima di provar ciò descriveremo queste trombe, ed esporremo l'antica loro teoria.

I. SCOLII. 1° La tromba aspirante (fig.179.) differisce dalla

premente in tre cose. La prima è che l'animella (O) dello stantuffo, e quella (V) del fondo non s'aprono verso il basso, ma verso l'alto, come nella macchina pneumatica. L'altra è, che invece del tubo laterale vi è un condotto (C), il quale si solleva dal cielo della tromba, e termina in un recipiente (D). La terza differenza sta in ciò, che al foro corri-

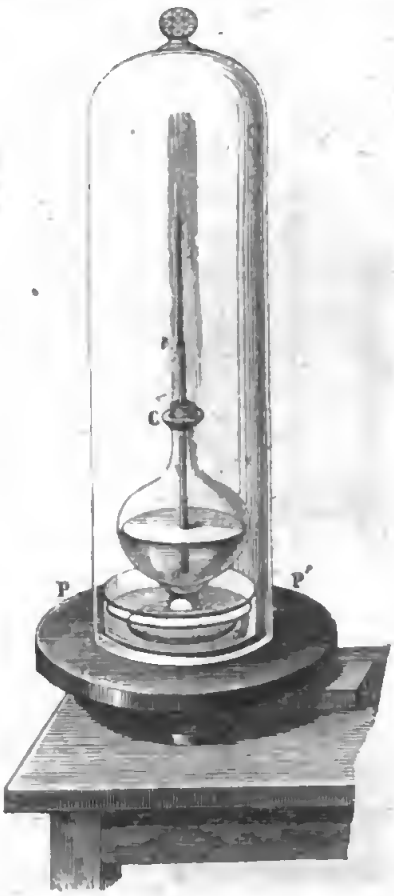

Fig.178.

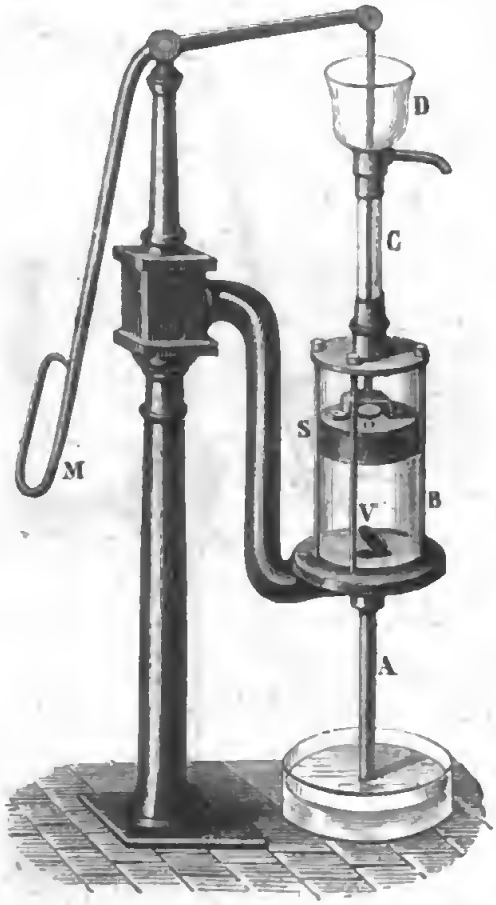

Fig. 179.

spondente alla valvula (V) del fondo è innestato un tubo (A) detto *d'aspirazione*, il quale colla sua bocca inferiore pesca nell'acqua, che si vuole attignere. Ecco il fatto che questa tromba produce. Ad ogni colpo di stantuffo l'acqua viene sollevandosi nel tubo (A) d'aspirazione; e finalmente giunge nel corpo di tromba. Quind' innanzi, quante volte viene abbassato lo stantuffo (S), l'acqua sale sopra di esso (per O);

ogni volta poi che lo stantuffo (S) vien sollevato (oltre che si introduce sempre nuova acqua nel tubo d'aspirazione, e così questo rimane sempre pieno), l'acqua, che sta sopra lo stantuffo, è portata su di peso nel recipiente (R), donde può derivarsi colà, ove essa serve.

2° Alla tromba aspirante si chiuda il foro dello stantuffo

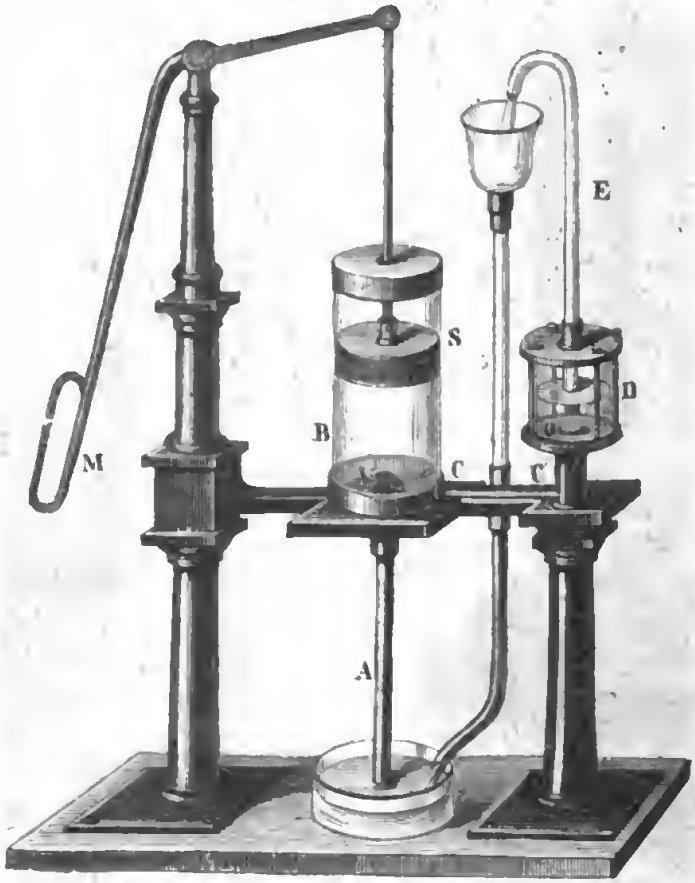

Fig. 180.

(fig. 180.), si tolga via il condotto superiore, ed invece al fianco del cilindro si annetta un tubo laterale (CC'), come nella tromba premente. Con ciò la tromba aspirante viene tramutata in una tromba composta. Anche in questa l'acqua sale fino al cilindro (B) pel solo agitare dello stantuffo; ma appena giunta in esso è spinta nel tubo laterale per la pressione esercitata dallo stantuffo medesimo. La valvula, che nelle altre trombe

si trova alla bocca del tubo laterale (CC′), in questa suole invece porsi (in O) al fondo di un vasetto (D), che aggiungesi alla tromba, per lo scopo di produrre un efflusso continuo: ed ecco come questo si ottiene. Dal fondo quasi del detto vasello si solleva, trapassandone con chiusura ermetica il cielo, un lungo tubo (E), il quale giunge colà ove si pretende condur l'acqua, ed il quale à una sezione che è la metà di quella del condotto laterale (CC′). Per la qual cosa una sola metà dell'acqua, la quale s'introduce nel vasetto (D), può entrare nel tubo sovrapposto (E) nel tempo che lo stantuffo discende. Perciò l'altra metà è costretta a collocarsi nel vase medesimo; il che non può avvenire senza che qui si condensi l'aria ivi preesistente. Ond'è che, per tutto il tempo in cui lo stantuffo sale, l'elasticità dell'aria stipata nel vasetto medesimo spingerà l'acqua su pel tubo verticale; e quindi un getto non interrotto.

3° Gli antichi ammettevano che il vuoto fosse impossibile: tanto che appena si tentasse di farlo, come avviene quando si solleva lo stantuffo di una tromba aspirante, subito la Natura vi spingesse il corpo contiguo per riempirlo. Dissero dunque che « la Natura abborre il vuoto » e così spiegarono le trombe. Ma nel secolo XVII avvenne, che i giardinieri del Duca di Toscana non riuscissero a sollevar l'acqua nel tubo d'aspirazione di una tromba al di là di 32 piedi. Interrogarono essi Galileo, il quale (o avvedutamente o per disimpegno) diè una risposta, che per sè medesima è una epigrammatica confutazione di uno dei principali pregiudizii de' suoi avversarii. « Egli è, disse loro, che la Natura abborre il vuoto fino a 32 piedi, e non più in là ». Ma forse esso medesimo, il quale avea già dimostrato il peso dell'aria, accennò ai suoi scolari la vera spiegazione, che da essi noi abbiamo ricevuto: ed è quella che ci accingiamo a difendere.

II. PROPOSIZIONE. *La cagione dell'ascendere dell'acqua nei tubi d'aspirazione è la pressione atmosferica.*

Dimostrazione. La pressione atmosferica è una cagion *vera*, e *sufficiente* a spiegare il fenomeno: dunque ecc. Sviluppiamo questo argomento per parti.

1° È stato dimostrato che l'aria è dotata di espansività, ed

è fluida; e che però, tendendo ad espandersi in ogni senso, deve far violenza su tutti i corpi, coi quali si ritrova in contatto, per occupare il loro posto. Abbiamo veduto testè due effetti di questa forza negli esperimenti della vescica e della fontana nel vuoto; e però la prima parte dell' argomento potrebbe dirsi sufficientemente dimostrata. Ma per persuaderci anche meglio di tal verità, e per imparare a conoscere quanta sia l' energia di questa pressione, la quale comunemente non ci si manifesta, sarà utile aggiungere qui altri tre fatti assai convincenti. I. Si collochi (fig. 181.) sul piatto (PP') della macchina pneumatica un cilindro (CC') di vetro, chiuso superiormente con una sottil membrana (MM'). Quando, col mettere in giuoco gli stantuffi si dirada l'aria dentro il cilindro, la membrana s' incurva e finalmente si spezza. II. Poniamo che il vase medesimo abbia una bocca (MM') ristretta, si chiama allora *ceppo filosofico*. Perchè chiusane colla palma della mano l'apertura superiore, appena si principia a rarefar l' aria colla macchina, la mano aderisce sul vaso; e, quando l'aria sia diradata a un certo segno, non è più possibile distaccarnela. Con questo sperimento ognuno può sentire da sè la forza, che fa l'aria per espandersi. III. S'invita (fig. 183.) sull' estremo (O) del canale della macchina medesima uno (E) dei due così detti *emisferi di Magdeburgo*, e vi si posa sopra l'altro (E'); e poscia si effettua dentr' essi la rarefazione dell'aria. Basta ciò, perchè riesca difficilissimo, e fors'anche impossibile a forza umana, staccare l'uno dall'altro. Ma tale difficoltà cessa immediatamente, appena per una chiavetta

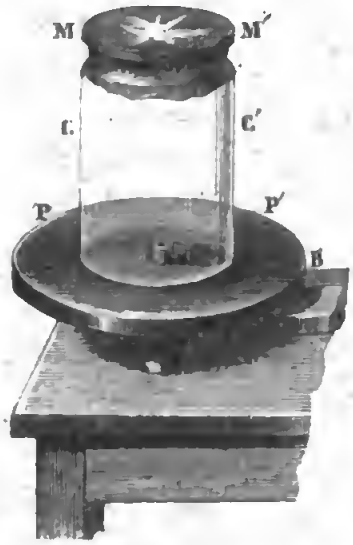

Fig. 181.

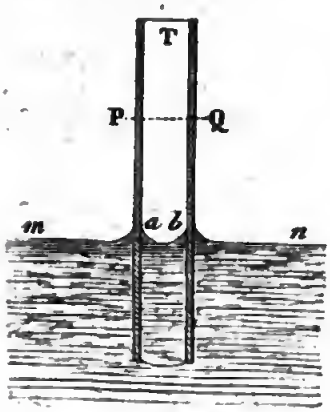

Fig. 182.

(C) si fa rientrar l'aria, affinchè controbilanci la pressione estrinseca.

2ª Che la pressione esercitata dall'aria per la sua espansività sia *sufficiente* a spiegare l'ascensione dell'acqua nelle trombe, non è difficile dimostrarlo; e ciò può farsi con un ragionamento, e con tre sperimenti del tutto decisivi. 1. Egli è certo che al primo colpo di stantuffo (fig. 182.) si deve rarefar l'aria nel tubo (T) d'aspirazione, come avviene nella campana pneumatica. Onde la pressione fatta dall'aria interna sull'acqua (*a b*), che sta dentro al tubo, non è più uguale a quella che è fatta dall'aria esterna sul livello (*mn*) dell'acqua, che resta fuori del tubo medesimo. È naturale dunque che l'acqua ceda alla pressione maggiore e salga nel tubo fino a tale altezza (MN) da compensare col peso suo (ossia col peso M*ab*N) dell'acqua la mancanza di pressione dell'aria interna. Lo stesso accade al secondo, al terzo,... colpo di stantuffo. Ogni volta sulla sezione (*a b*) del liquido, che sta nel tubo al piano stesso del livello (*mn*) esterno, si deve stabilire un bilancio delle due pressioni; l'esterna cioè, che è la forza pressappoco costante, onde l'aria tende ad espandersi, e l'interna che è prodotta in parte dall'aria diradata nel tubo, ed in parte dalla pressione del liquido (M*ab*N) salito nello stesso. Per conseguenza mentre viene diminuendo la pressione dell'aria interna, che sempre più si dirada, deve venire aumentando altrettanto la pressione del liquido che sale nel tubo. Per la qual cosa, quando da questo sarà tolta finalmente quasi tutta l'aria, l'acqua da sè sola dovrà esercitare tutta la pressione necessaria a bilanciare quella dell'aria esterna. Ma da questo istante in poi non potrà salire altr'acqua nel tubo

Fig. 183.

d'aspirazione, ad onta che in questo esista una estesa colonna vuota d'aria: perchè la sopraddetta sezione (*ab*) del liquido si ritrova fra due pressioni (quella della colonna liquida sovrastante, che tende a cacciarla in giù, e quella dell'atmosfera, che viene esercitata direttamente sul livello esterno, e la sospinge in su), le quali sono uguali e contrarie. Se dunque la pressione, che fa l'atmosfera sull'acqua, è uguale a quella che fa una colonna di acqua alta 32 piedi (giacchè la larghezza della colonna o l'ampiezza della sua sezione, quando si tratta di fluidi, è indifferente nel calcolo), non si potrà sollevar l'acqua più su di tanto. II. Il primo sperimento è quello di Torricelli di Faenza scolaro di Galilei. Egli nel 1646 ragionò in questa forma. — L' acqua non sale nel tubo d' aspirazione più su di 32 piedi. Dunque se la cagione del fenomeno è la pressione atmosferica, questa sarà una forza uguale appunto alla pressione di una colonna d'acqua alta 32 piedi. Di che se io all'acqua sostituirò l'idrargiro (che pesa specificamente 13 volte e mezzo di più), questo giungerà ad agguagliare la pressione dell'aria, quando sarà salito nel tubo d'aspirazione ad un' altezza 13 volte e mezzo minore di 32 piedi; minore cioè di 384 pollici: dovrà insomma salire l'idrargiro a soli 28 pollici. — Preso quindi un tubo (fig. 184.) lungo un 30 pollici, ed aperto da un lato solo, lo riempì di mercurio; e poscia, chiusane con un dito la bocca, lo capovolse in una

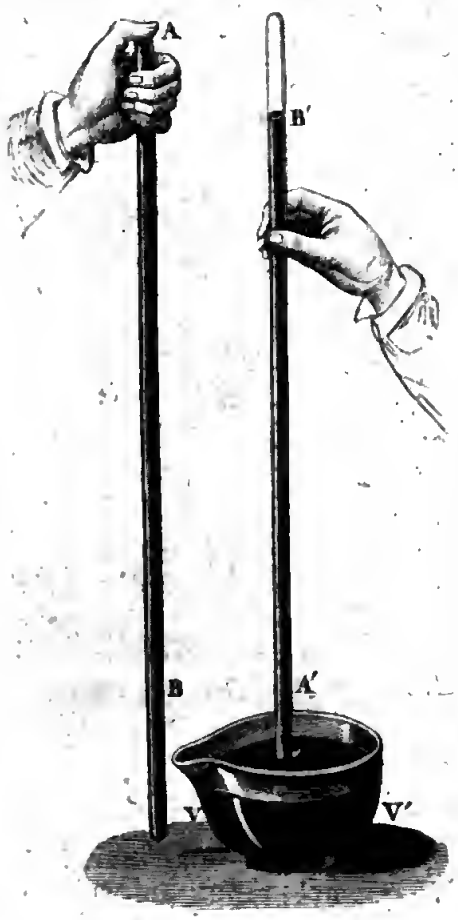

Fig. 184.

vaschetta quasi piena pur d'idrargiro, e ne ritolse il dito. Vide allora con sua grande soddisfazione l'argento vivo discendere, oscillare alquanto, e da ultimo fermarsi stabilmente all'altezza predetta. Ma affinchè l'esperienza di Torricelli non si credesse estranea alla questione, Pascal nell'anno stesso la ripetè, empiendo d'acqua un tubo lungo più di 32 piedi, e capovolgendolo parimente nell'acqua. L'acqua discese col suo livello interno alla distanza di 32 piedi dall'esterno e si tenne pensile fin colassù.

III. Il secondo esperimento si deve al medesimo Pascal. Questi disse: se la pressione atmosferica è quella che mantiene il mercurio sollevato di 28 pollici nel tubo torricelliano, dovrà l'idrargiro medesimo abbassarsi col trasportare il detto tubo sopra un'alta montagna; perchè lassù è più breve la colonna d'aria che si bilancia con esso. L'esperienza fu fatta al Puy de Dôme nell'Alvergna, e riuscì appuntino ciò che era stato preveduto. IV. Il terzo fatto è quello che si ottiene col così detto *provino* [1] della macchina pneumatica. Col canale della detta macchina (fig. 185.) comunichi un'altra campana (B) e dentro questa si collochi un sifone ricurvo a braccia uguali chiuso da una parte sola (*s*), nel quale sia stato in antecedenza collocato tanto idrargiro, che

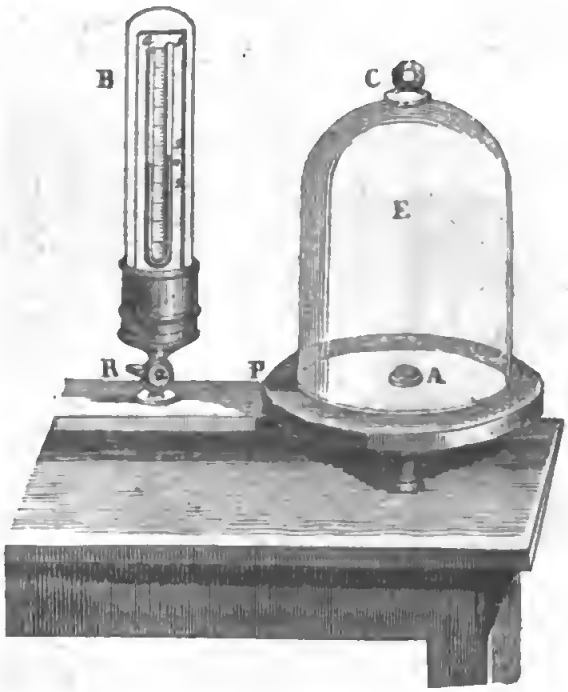

Fig. 185.

(1) Questo strumento suole aggiungersi alle macchine pneumatiche per verificare e sorvegliare il vuoto boileano.

basti a riempirne il braccio chiuso. A mano a mano che l'aria si vien rarefacendo nella campana (C) pneumatica, si dirada anche nella piccola campana (B) del provino e nel braccio aperto (*a*) del sifone, e frattanto l'idrargiro del braccio chiuso vi sale, fino a collocarsi in ambedue le braccia quasi allo stesso livello, vale a dire sullo zero della scala annessa al sifone.

48. Altre spiegazioni tolte dall'espansività dell'aria. — Dalla teoria della pressione, che esercita l'aria in virtù della sua espansività, traggonsi a guisa di corollarii le spiegazioni di varii importanti fenomeni: vale a dire del sifone, del vase di Tantalo, della bottiglia di Mariotte, della fontana intermittente, e della tromba marina.

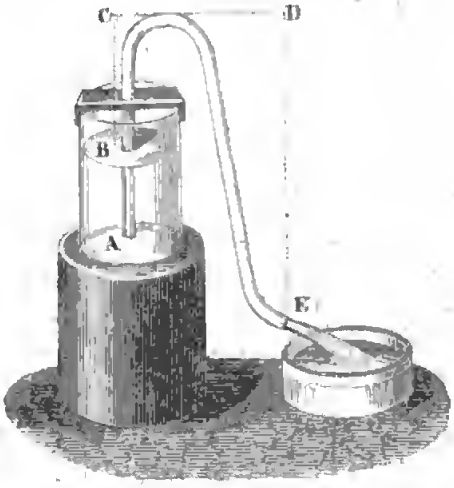

Fig. 186.

I. DEFINIZIONI. 1ª Sebbene la parola *sifone* sinonimi con cannello o tubo; tuttavia qui è ricevuta nel senso più ristretto di un tubo ricurvo a braccia disuguali.

2ª Dicesi *vase di Tantalo* un recipiente, dentro il quale trovasi un sifone, il cui braccio più lungo esce pel fondo tutto chiuso del recipiente medesimo.

3ª Si chiama *fontana intermittente* un vase ripieno d'acqua, il cui fondo è trapassato da un lungo e largo tubo, e da più cannellini capillari, dai quali sgorga il liquido solo allora, che ne manca in una sottoposta vaschetta.

4ª *Bottiglia di Mariotte* è chiamato un recipiente, con cui può ottenersi un efflusso costante, ed alcuni singolari effetti di pressione atmosferica.

5ª Per *tromba marina* s'intende quella colonna d'acqua, che, in occasione di certi turbini, si solleva dal mare fino a grande altezza, e dopo brevi istanti impetuosamente ricade.

II. COROLLARII. 1° Si empia d'acqua (fig. 186.) un sifone

(ABCE) e, tenendone in alto la parte curva, s' immerga il braccio corto (ABC) in un vase pieno di acqua: oppure, anche senza empirlo, il braccio medesimo si tuffi nell'acqua, e poi succhiando alla bocca (E) del braccio lungo, si obblighi il liquido del vase ad ascendervi ed empirlo, come se fosse un tubo d'aspirazione. Da quell'istante in poi dee sgorgare, per l'orificio (E) del braccio più lungo, tutto il liquido che supera la bocca (A) del braccio più breve. Imperocchè il liquido, che riempie il sifone, si trova fra due pressioni atmosferiche; una delle quali è applicata alla sua bocca esterna (E) e tende a ricacciare il liquido nel vase, l' altra opera immediatamente sul livello (B) del vaso, e mediatamente sull'orifizio (A) immerso, e tende a sospingere fuori il liquido medesimo. Ma la prima pressione è contrariata e in parte elisa dalla pressione della colonna (DE) del liquido contenuto nel braccio lungo, la seconda è bilanciata dalla pressione della breve colonna (AC) liquida del braccio corto. Dunque la prima deve rimaner vinta, ed il liquido deve incessantemente sgorgare: purchè la distanza (BC) fra il livello del liquido e la ripiegatura del sifone non superi 32 piedi, se si tratta di acqua; 28 pollici, se d'idrargiro.

Fig. 187.

2° Poniamo ora (fig. 187.) che un sifone stia tutto dentro un vaso, in maniera per altro che il braccio (*op*) più corto si ripieghi fin quasi al fondo del recipiente, ed il più lungo (*on*) trapassi strettamente pel sughero che ne costituisce il fondo. Con un getto d' acqua non molto copioso potrà bensì ottenersi, che nel recipiente si sollevi il liquido fino ad una certa altezza; ma quando esso è nell' atto di empirsi, tutto il liquido fugge pel sifone. Dacchè non sì tósto l'acqua, introducendosi pel braccio corto (*p*) del sifone, giunge alla sommità (*o*) della curvatura di questo, che precipita a riempire il braccio lungo. Ma allora non à più ritegno, e tutta si riversa pel sifone. Se il getto d' acqua sia

continuo, il fatto si rinnovella incessantemente. Ond'è che un sitibondo, il quale tenesse le labbra appressate all'orlo del vaso, soffrirebbe lo strazio di vedere l'acqua a quando a quando salire lentamente fino a lambirgli la lingua, e in un tratto ritrarsi dispettosa e fuggire. Quindi il nome dell'apparato.

3° S'imagini (fig. 188.) un vase (R), dal cui fondo discendano due sottili beccucci (*p* e *q*), ed il quale sia traversato da un tubo verticale (O-*n*) in guisa, che la bocca superiore (*n*) del tubo pervenga quasi al cielo del vase medesimo, e la inferiore (O) discenda fino ad una sottoposta vaschetta (V). Se il vase (R) venga riempinto d'acqua e poi chiuso ermeticamente, il liquido dovrà ritrovarsi fra due pressioni; una delle quali è quella dell'aria esterna esercitantesi sugli orifizii dei beccucci (*p*, *q*), e questa sospinge l'acqua a salire sul vase, l'altra è quella dell'aria interna sul livello (*u*) del liquido contenuto nel recipiente medesimo. Queste due pressioni per sè sole sarebbero uguali: ma siccome alla seconda viene ad aggiungersi la pressione dovuta alla colonna di liquido (la cui base è uguale agli orifizii dei beccucci, e l'altezza è pari alla distanza di questi dal livello), quindi è, che l'acqua scola nella sottoposta vasca (V). Poichè per altro questa non à che un orifizio verso il suo orlo (in V), oppure (per C) dà un tenue esito all'acqua; così presto la bocca inferiore (O) del tubo resta immersa sotto il liquido, e si rimane dal dare accesso all'aria, la quale fin qui per mezzo del tubo medesimo ascendeva nel recipiente (R), e riempiva lo spazio abbandonato dall'acqua. Per la qual cosa da ora innanzi, al-

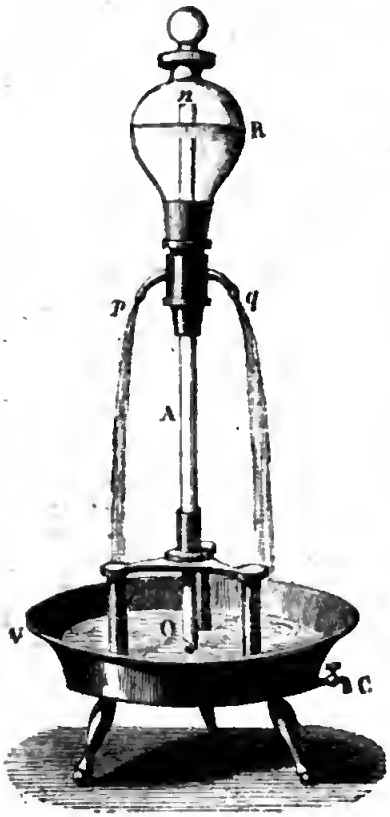

Fig. 188.

l'uscire di questa pei beccucci (*p*, *q*), l'aria (in R) verrà sempre più a rarefarsi, e ad esercitare perciò minor pressione sull' acqua. Dovrà dunque giungere un momento, in cui la pressione interna sia tanto piccola, che anche aggiunta a quella del liquido non superi più la pressione dell'aria esterna; e allora cessa l'efflusso. Ma intanto o viene attinta l'acqua dalla vaschetta o sèguita ad effluirne perennemente (per C); e non va guari che la bocca (*o*) del tubo emerge dall'acqua. Allora l'aria esterna trova per essa un libero ingresso, vi si getta, e salendo nel vase (R) vi si costituisce all'ordinaria densità: torna quindi ad esercitare la pressione primiera, e riprincipia il giuoco.

4° Il fiasco di Mariotte è un grande recipiente (fig. 189.), il cui collo è chiuso con un turacciolo traversato da un tubo (*gl*) di vetro, aperto da ambidue le parti. Al fianco della fiala vi sono tre beccucci (*a*,*b*,*c*) sottili, chiusi con sughero; e la bocca (*l*) inferiore del canello (*gl*) trovasi in un piano (*ln*) frapposto fra il secondo (*b*) ed il terzo (*c*) beccuccio. Empiuto d'acqua il vase ed il cannello, si osservano i seguenti fenomeni. I. Ove si apra il beccuccio (*b*) mediano, sgorga un poco di liquido; ma lo scolo cessa, quando l'acqua nel cannello è discesa al livello (*eo*) del beccucio medesimo. Perchè su questo (*b*) e sulla bocca superiore (*g*) del cannello s'esercita la stessa pressione atmosferica, ma quella fatta sul beccuccio (*b*) è vinta dalla colonna liquida (*eg*) contenuta nel tubo. Uscita questa, le pressioni sono uguali. II. Chiuso quel beccuccio (*b*) ed aperto il superiore (*a*), l'acqua non scola, ma entra un poco d'aria; la quale, salendo (in *k*) al cielo del vase, sospinge l'acqua nel cannellino fino al livello (*pd*) del beccuccio stesso. Questo è il caso inverso dell'antecedente. Le due pressioni atmosferiche (in *a* ed in *e*) si bilanciano; ma sotto al beccuccio (*a*) vi è una colonna d'acqua (*po*), la quale non può

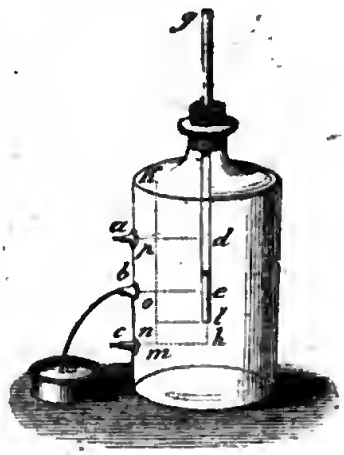

Fig. 189.

essere equilibrata che da un'altra uguale colonna (*de*), che sale nel cannello. III. S'apra finalmente il beccuccio inferiore (*c*) dopo aver chiuso il superiore, e se ne avrà un getto costante. Dacchè, sebbene sia vero che coll'uscire dell'acqua dal recipiente si abbassa in questo il livello, e quindi la colonna liquida premente sull'orifizio di scolo è sempre più breve; tuttavolta in ciascun istante, quanto è il volume di acqua che esce, altrettanto è quello dell'aria che entra pel cannellino (*gl*) e sale a gallozzole, fino al cielo del recipiente. Ora quest'aria soffre ed esercita la pressione stessa che faceva innanzi l'acqua, a cui essa si è sostituita: e però il liquore deve uscire con uniforme velocità.

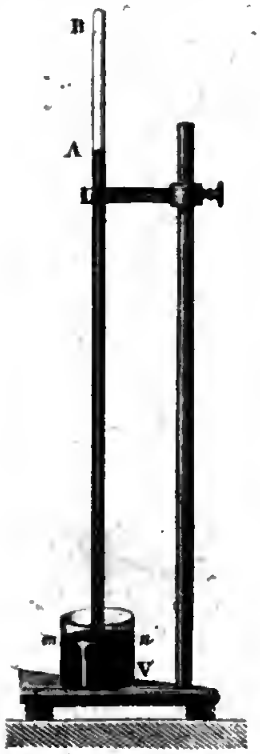

Fig. 190.

5° Anche il fenomeno delle trombe di mare riceve la sua spiegazione dalla teorica della pressione atmosferica. Infatti l'aria, che s'avvolge intorno ad una linea verticale, come accade nei turbini, deve, per la forza centrifuga (**19.** III. 3ª) concomitante questo impetuoso ravvolgimento, formare come un tubo vuoto, le cui pareti saranno costituite da aria condensata. Ove pertanto questo tubo poggi sull'acqua, imiterà perfettamente un tubo d'aspirazione (**17.** I. 1°). Dee dunque l'acqua, partecipando anche al moto turbinoso dell'aria, salirvi impetuosamente per entro, e giunta ad una certa altezza aggirarsi come una fionda in circoli sempre più vasti, e finalmente, sorpassata la regione del turbine, e perciò abbandonata a sè stessa, ricadere con gran fracasso.

49. Barometro. — La ricerca della spiegazione delle trombe à somministrato ai Fisici un utile strumento, per misurare le pressioni esercitate dall'aria e da qualsivoglia vapore in virtù della espansività. La cosa si parrà chiara per una proposizione, ed alcuni scolii.

I. PROPOSIZIONE. *L'altezza dell'idrargiro nel tubo torricelliano è la misura della pressione atmosferica.*

Dimostrazione. Da quanto fu detto antecedentemente chiaro apparisce, che nel tubo di Torricelli (fig. 190.) quella sezione (*o*) dell' idrargiro, la quale trovasi nello stesso piano orizzontale (*mn*) del livello esterno, sostiene due pressioni: l'una delle quali è fatta dalla colonna liquida (*o*A), che sopra le si eleva, e l'altra è la pressione atmosferica sofferta direttamente dal livello (*mn*) dell'idrargiro, e trasmessa per la legge di Pascal alla sezione (*o*) medesima. Quando pertanto questa rimane ferma, quelle due pressioni debbono essere uguali fra loro: dunque una misura l'altra. Ora questo equilibrio è analogo a quello di due diversi liquidi (**19.** II. 2°) posti in due vasi comunicanti, i quali assumono altezze che sono inversamente proporzionali ai loro pesi specifici, ossia alle loro pressioni, e non variano affatto col variare delle capacità relative dei due vasi, ossia delle masse fluide. Dunque col solo valutare l'altezza dell' idrargiro, vale a dire la distanza, che passa fra il suo livello superiore (A) nel tubo ed il livello inferiore (*mn*) della sottoposta vaschetta, si otterrà la misura precisa della pressione atmosferica. Il perchè ove questa, o col trasportare da un sito all'altro il tubo, o per qualche vicissitudine atmosferica, venga ad alterarsi, dovrà anche variare l'altezza della colonna liquida; e così manifestare quelle variazioni. Anzi se al fianco del cannello venga annessa una scala, o graduazione, regolata vuoi a pollici vuoi a centimetri; le variazioni stesse potranno essere assai agevolmente e sicuramente valutate.

II. DEFINIZIONI. 1ª Lo strumento or ora descritto chiamasi *barometro* [1], ossia *misuratore del peso*.

2ª Anzi, per distinguerlo dai barometri di altre forme, prende il nome di *barometro a vaschetta*.

1 Sono state proposte anche recentemente varie specie di barometri. Alcune sono fondate su principii idrostatici, e però convien rimetterne la descrizione alla Parte matematica. In altre poi è perfino escluso il liquido e chiamansi *barometri metallici*. Daremo qui la descrizione di due di questi ultimi, uno dei quali è detto *aneroide*, cioè senza liquido; l'altro porta il nome del suo inventore Bourdon.

Il barometro *aneroide* consiste principalmente in una scatola metallica vuotata d' aria e chiusa, nella quale una delle due pareti circolari è assai sottile e flessibile. È naturale che questa parete deb-

3ª Può un barometro esser costituito eziandio da un sol tubo ricurvo a braccia disuguali, chiuso dalla parte del braccio più lungo. Allora chiamasi *barometro a sifone*.

III. scolii. Poichè il barometro dee servirci per le ulteriori indagini sulle pressioni dei vapori e specialmente dell'aria; e poichè nel farne uso, per non prendere abbagli, conviene osservare certe cautele, ed adoperarlo piuttosto sotto una forma, che sotto un'altra; fa d'uopo che ci fermiamo qui alquanto

bà incurvarsi in una concavità più o meno profonda, secondo che l'aria preme più o meno. Or bene: tutto l'artificio consiste nel trar profitto da questo maggiore o minore abbassarsi di tal parete; rendendone sensibili gli effetti coll' ingrandirli e col comunicarli ad un indice, che si possa volgere su di un quadrante, come una sfera da orologio. L'ingrandimento si ottiene per mezzo di leve a braccia disuguali, e l'indicazione è prodotta dalla conversione del moto rettilineo della detta parete in moto circolare.

Fig. 191.

Più semplice assai è il *barometro* di *Bourdon* (fig. 191.). Questo è composto di un sottil tubo (PQ) di ottone ravvolto ad anello, vuotato d'aria, e chiuso ermeticamente. Il punto medio (O) di questo anello è stabilmente fisso, i due estremi (P, Q), terminano in due fili (*a*, *b*), i quali son connessi alle due estremità di una leva (*le*) saldata all'asse dell'indice. Questo, per mezzo di una molletta (*m*) è incessantemente richiamato verso destra, ed invece deve girare a sinistra quando la leva è tirata dai due detti fili.

E qui bisogna sapere che *un sottil tubo perfettamente chiuso e piegato ad arco tende ad incurvarsi vie maggiormente o a svolgersi, secondo che cresce o diminuisce la pressione esteriore.* Ciò posto, se avvenga che la pressione atmosferica diminuisca, il tubo si svolge ed allarga, tira i fili (*a*,*b*), e fa girare l'indice a sinistra. Invece al crescere della pressione stessa, il tubo circolare s'incurva maggiormente, i suoi due estremi (P,Q) s'avvicinano, e i fili sono abbandonati: prevale allora la forza della molletta (*m*), e l'indice si rivolge a destra.

Questi strumenti, per graduarli come si conviene, vogliono essere confrontati con un buon barometro a mercurio.

a noverare queste cautele medesime, e a descrivere le principali specie di barometri in uso.

1° Nel consultare il barometro si potrebbe facilmente cadere in errore, quando non si ponesse mente alla cosa che siamo per dire. Certamente chiunque abbia compreso, che tutta l'utilità del barometro consiste nel ravvisare quale sia l'altezza della colonna liquida sostenuta dalla pressione atmosferica, si accorgerà di leggieri che sarebbe erroneo consultarlo, leggendo semplicemente a qual numero dell'annessa scala (fig. 192.) corrisponda il livello superiore (V) del liquido. Mentre supposto che, quando fu costruito il barometro, lo zero della scala rispondesse al livello (*m*) della vaschetta, ed il livello superiore si ritrovasse incontro al 76; certo in quell'istante la pressione atmosferica equivaleva a quella di 76 centimetri di idrargiro. Ma se posteriormente segnasse o soli 75, oppure 77, sarebbe inesatto il dire, che la colonna liquida sostenuta dall'aria sia di un solo centimetro minore o maggiore. Imperocchè quando segna 75, un centimetro di mercurio è caduto nella vaschetta; il livello inferiore si è quindi sollevato, e però la colonna interposta fra i due livelli (l'inferiore della vaschetta, ed il superiore della canna barometrica), quella cioè che è veramente sostenuta dall'aria, è alta meno di 75 centimetri. Se poi segna 77, porzione dell'idrargiro della vaschetta è passata nella canna; così si è depresso in essa il livello; e perciò fra questo e quello della canna si frappone una colonna più alta di 77 centimetri.

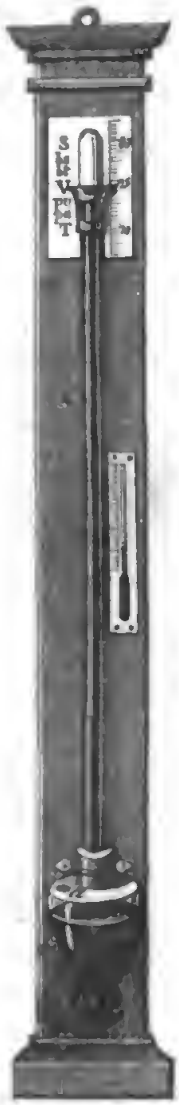

Fig. 192.

2° Ad ovviare a questo inconveniente si è data grande larghezza alla vaschetta; affinchè quell'idrargiro, che in essa discende o sale da essa nella canna, alteri men che si può il livello inferiore. In altri barometri invece si è resa mobile la scala, affine di ripor-

tarne in ciascuna osservazione lo zero al livello della vaschetta. Ma chi è riuscito a superare completamente questa difficoltà è stato il nostro Origo. Questi à fissato la scala (fig. 194.), e ne à collocato lo zero in un punto noto, cioè nel punto estremo (*a*) di un ago d' avorio fermato al cielo della vaschetta; ed affinchè il livello del liquido possa essere sempre riportato precisamente al sito stesso (in *a*), à dotato la vaschetta di un fondo mobile (*nm*) di pelle di daino: il qual fondo, e per conseguenza anche il livello (*o*) dell'idrargiro, può innalzarsi ed abbassarsi a piacere per mezzo di una vite di pressione (V). Anzi può innalzarsi a segno (fig. 193.), da ottenere che tutta la canna (*d*E) si riempia di liquido, e così venga eliminato il pericolo che, col trasportare lo strumento ed inclinarlo o scuoterlo, l'urto del mercurio spezzi il tubo. È questo il barometro che suol chiamarsi *di Fortin*; perchè questi ne è stato erroneamente riputato l'inventore.

Fig. 193.

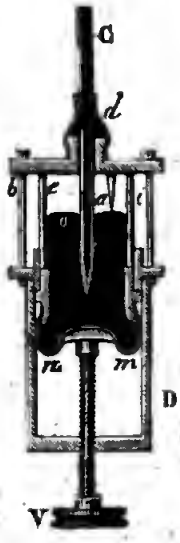

Fig. 194.

3° Ma nei barometri, oltre il difetto or ora esposto che può chiamarsi *della incostanza dello zero*, vi è il difetto di *capillarità*. Negli ordinarii barometri, sebbene di sezione non tanto angusta, vi è sempre una depressione di 2 o 3 millimetri per la capillarità. Questa per altro si può correggere addizionando in ogni osservazione tanti millimetri, quanta è la depressione assegnata dalle Tavole (che sono già costruite), per una sezione uguale a quella della canna barometrica. Ma è anche possibile omettere questa correzione, e ciò non ostante avere direttamente la vera altezza barometrica. A questo intendimento convien ricorrere a quella foggia di barometro, che è, e chiamasi *a si-*

fone [1]. Nel quale viene eliminata affatto la vaschetta, ed invece la bocca della canna è ripiegata in su (fig. 195.) verticalmente. Siccome le due parti estreme (*a*, e *b*) della canna medesima, nelle quali scorrono i due livelli del mercurio, sono esattamente cilindriche e della medesima sezione inter-

1 Fra questi barometri meritano particolar menzione quelli a *quadrante*. Imaginiamo (fig. 196.) una mostra simile a quella degli orologi (cui gli orivolai chiamano abusivamente *quadrante*), in mezzo alla quale sia (fig. 195.) l'asse (*o*) di una carrucoletta portante un indice (*in*) e circuita nella sua scanalatura da un filo che termini in due pesetti, uno (P) libero, e l'altro (G) galleggiante sull'idrargiro del braccio aperto. È naturale che all'innalzarsi ed abbassarsi del livello mercuriale, e per conseguenza anche del galleggiante, debba la carrucoletta e con essa l'indice (*in*) volgersi ora a sinistra ed ora a destra, e corrispondere colla sua punta (*i*) a diversi segni della mostra (fig. 196.).

Anzi questi possono convertirsi assai facilmente in *barometrografi*: chè così sono chiamati quelli, i quali in assenza dell'osservatore lasciano un segnale della massima e minima altezza, oppure scrivono periodicamente le loro indicazioni. Infatti, se l'indice fosse costituito da un'asta leggiera e lunga assai; intanto che potrebbe fare escursioni bastantemente ampie per ogni variazione barometrica, descriverebbe eziandio una curva poco dissomigliante da una retta. Per lo che se invece della mostra, sotto l'indice fosse preparata una carta segnata a linee parallele alla posizione normale dell'indice, e di più un moto d'orologeria desse ogni cinque minuti un colpo deciso al lapis; si avrebbero le variazioni barometriche

Fig. 195.

Fig. 196.

na, non si avrà, come sappiamo (**42.** II.), veruna alterazione di livello per capillarità.

4° Ma è poi vero che la colonna mercuriale, che si eleva sul livello inferiore, fattavi anche la correzione di capillarità, rappresenti esattamente nella sua lunghezza la pressione atmosferica? La domanda dovrà certamente sembrare alquanto strana a chi non rifletta, che sotto lo stesso volume del liquido, e la stessa altezza barometrica può essere contenuto quando maggiore quando minore quantità d'idrargiro. Ma chi non abbia dimenticato, che il volume dei corpi dipende dal grado del loro riscaldamento, vale a dire dalla temperatura loro, non solo troverà giustissima la domanda; ma non esiterà a rispondere con una ricisa negazione. Certo è che l'argento vivo, dilatandosi col calore assai sensibilmente (e però diminuendo il peso di un suo dato volume), si dovrà tenere in estate a maggiore altezza che in inverno; anche nel caso che la pressione atmosferica sia la medesima. È però che soglionsi apporre al barometro uno o più termometri, affinchè consultando nell'atto dell'osservazione quanta sia la dilatazione del mercurio, si possa aggiungere o ritogliere alla colonna barometrica quella lunghezza che si deve al ritrovarsi del liquido ad una temperatura diversa da quella, alla quale il gelo si fonde. Il che si effettua assai agevolmente per mezzo di certe Tavole, che si trovano già preparate a tale oggetto.

50. Relazione fra la densità, e la elasticità, od espansività dei vapori. — Ora che sappiamo come possa valutarsi la pressione atmosferica, siamo in grado di dimostrare la seguente legge, chiamata di Mariotte, perchè questi pel primo la propose.

I. TEOREMA. *La elasticità, ed espansività dei vapori, dentro certi limiti, è in ragion diretta della loro densità.*

Dimostrazione della prima parte. Primieramente esperi-

segnate a punti. Anzi potrebbe di più ottenersi che tali segni non si confondessero al ritorno delle indicazioni medesime. Basterebbe a questo scopo fare che il roteggio d'orologeria trasportasse continuamente la carta, imprimendole un moto lentissimo, ed uniforme nel senso perpendicolare alle escursioni dell'indice. Questo metodo già fu adottato e prova sufficientemente bene.

mentiamo la elasticità di un gasse, che si venga sempre più condensando. A questo scopo prendiamo (fig. 197.) un sifone, il cui braccio corto sia chiuso e graduato di basso in alto con 12 segni equidistanti. S' introduca quindi pel braccio lungo (che è aperto) una certa quantità di idrargiro, e si faccia in modo, che in ambedue le braccia, il liquido si livelli in quel medesimo piano orizzontale, in cui è segnato lo zero. Certo allora l' aria (o quel qualunque vapore di cui si sarà riempiuto il braccio corto) non soffrirà veruna pressione dal mercurio; e però sarà sottoposta alla sola pressione atmosferica, la quale si esercita dall'aria esterna sul livello del mercurio esistente nel braccio aperto; soffre insomma una pressione rappresentata da circa 28 pollici di mercurio. Ora si versi altro mercurio, finchè questo ascenda nello stesso braccio fino al 6. Con ciò l'aeriforme racchiuso nel braccio corto viene compresso e ristretto nella metà dello spazio, che prima occupava; mentre si suppone che il braccio stesso sia perfettamente cilindrico. Si vedrà allora che l' idrargiro nel braccio lungo è al di sopra del livello dell'altro braccio di ben 28 pollici, o più esattamente, di un' intera colonna barometrica contemporanea. Dunque quando un gasse è ristretto in uno spazio metà, esercita per elasticità una doppia pressione. Si torni ancora a versare idrargiro, e si prosegua, finchè il livello si porti nel braccio corto fino all' 8: allora il fluido elastico rimarrà ristretto in uno spazio, che è la terza parte di quello occupato dapprima; ma intanto il mer-

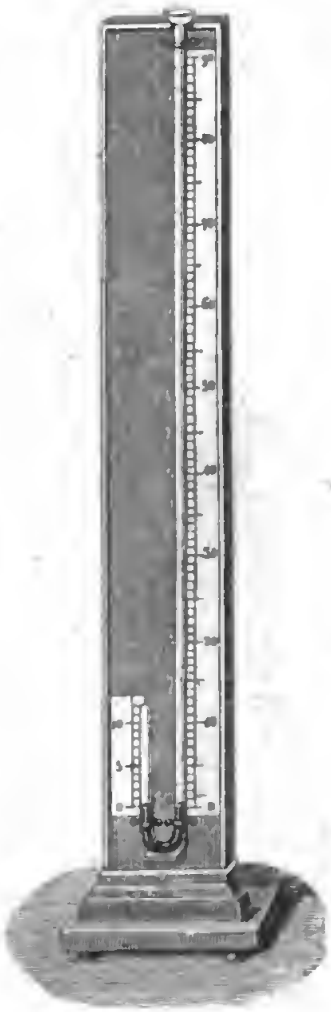

Fig. 197.

curio nel braccio lungo supererà tale altezza di circa 56 pollici: il che vuol dire che la elasticità sarà tripla. Si continui a versare mercurio, finchè giunga al 9; l' aria verrà a condensarsi in un volume, che è la quarta parte del primitivo, allorquando sarà sottoposta alla pressione di 4 atmosfere. E così via discorrendo, fino ad un certo numero di atmosfere, superato il quale, la legge non si avvera più.

Fig. 198.

Dimostrazione della seconda parte. Ora esperimentiamo le pressioni che esercitano i fluidi elastici per espansività. Sia (fig. 198.) un lungo e stretto vase cilindrico (V) pieno di idrargiro; e un tubo barometrico (BC) si riempia per circa due terzi del liquido medesimo; e poi si capovolga nel vase e vi si tuffi fino a che il liquore si trovi coi suoi due livelli (cioè coll' interno della canna, e coll' esterno del vase) nel medesimo piano orizzontale. Allora l'aria, che sta nella canna, soffre una pressione atmosferica, ed occupa uno spazio che viene determinato da una scala segnata sul tubo medesimo. Questo spazio (CM) si prenda per unità. Dopo ciò si sollevi il tubo così che il mercurio allontanandosi dal cielo (C) della canna lasci occupare all' aria uno spazio doppio dell' antecedente: ma intanto dall' annessa scala risulta che il mercurio nel tubo si eleva su quello del vase di circa 38 centimetri, e più precisamente, di una mezza colonna barometrica contemporanea. Il che significa che la pressione, a cui è sottoposta l'aria, ossia quella che essa medesima esercita per espansività, non è che di mezza atmosfera: poichè l'altra metà della pressione esterna atmosferica

è sostenuta dall'idrargiro. Ove da capo ci piacesse di rialzare ancora il tubo tanto che l'aria occupasse uno spazio triplice del primiero, l'idrargiro mostrerebbe una differenza fra i due livelli di quasi $0^m,51$; e ciò significherebbe che l'aria non sostiene più che il terzo della pressione atmosferica. Siccome poi l'esperienza riesce ugualmente anche quando nella canna (BC) sia stato sostituito all'aria un altro vapore o gasse di qualunque sorta; e d'altra parte al di là di un certo numero di pressioni non riesce più; così resta dimostrato l'assunto.

II. SCOLIO. Su questa legge sono fondati certi strumenti chiamati *manometri* 1, i quali servono a valutare le pressioni esercitate dai vapori costituiti in varii gradi di condensazione o di rarefazione.

51. Spiegazione dell'espansività dell'aria. — È tempo oramai di dimostrare ciò che abbiamo più volte asserito, che cioè:

I. PROPOSIZIONE. *La espansività non è che un caso di elasticità.*

Dimostrazione. Ad accertarsi di questa verità

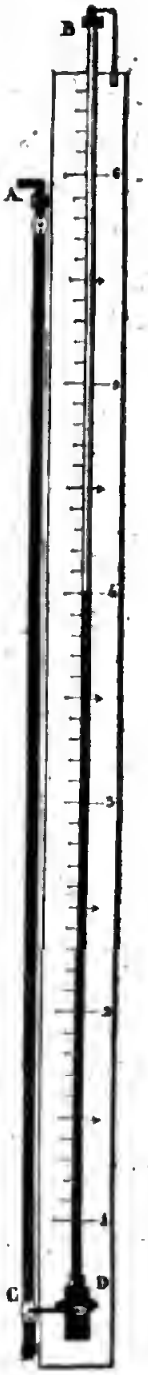

Fig. 199.

1 Di questi ve n'à uno chiamato *ad aria libera*, un altro detto *ad aria compressa*, ed un terzo metallico detto anche *di Bourdon*.

Il *manometro ad aria libera* (fig. 199.) consiste in una vaschetta (D) piena d'idrargiro, in cui pesca un lungo tubo (BD) verticale ed aperto da ambe le parti, e sigillato con mastice alla bocca (D) della vaschetta. Questa à un condotto laterale (DC), che mette in un altro tubo (AC) verticale e pieno di acqua, al cui estremo (A) superiore si innesta il canale di comunicazione col recipiente, ov' è il gasse, di cui si vuol misurare la pressione. A graduarlo si lascia in comunicazione coll' aria esterna l'acqua contenuta nel tubo laterale (AC); ed al livello, cui si arresta il mercurio nell'altro tubo (BD) si segna 1: e ciò indica che l'idrargiro sopporta una pressione atmosferica, com' è di fatto. Da questo punto in su, prendendo tante distanze di metri 0, 76 l'una, si segna

basta riflettere che l'aria, essendo pesante (**14.** II. 5ª), è tratta in giù verso il centro della Terra; e perciò esercita pressione sulla sottostante che le impedisce di cadere. Quindi è che questa, essendo compressibile (**14.** II. 3ª), viene a condensarsi; e tanto più, quanto è maggiore la quantità di aria che le gravita sopra. Per la qual cosa, la densità del-

2,3,4,....; ed è chiarissimo che allora l'idrargiro giungerà sul 2,3,4,...; quando sarà sottoposto a pressioni uguali a due, tre, quattro volte quella dell'atmosfera.

Fig. 200.

Nel *manometro ad aria compressa* si sostituisce al tubo aperto dell'antecedente un tubo chiuso (fig. 200.), ed al condotto laterale un breve tubo (A) pieno di mercurio: ed ecco come questo si gradua. Si lascia il tubo laterale (A) in comunicazione coll'aria esterna, e si fa in guisa che l'idrargiro giunga con ambidue i suoi livelli allo stesso piano orizzontale; qui si segna 1: perchè evidentemente il mercurio che sta nel tubo chiuso è allora sottoposto alla pressione di un' atmosfera. Dopo ciò sembrerebbe a prima giunta che, secondo la legge di Mariotte, si dovesse dividere a metà il resto della lunghezza del tubo chiuso, e colà segnare 2; e poi in 3 parti, e ai due terzi segnare il 3; e così via discorrendo. Ma ciò sarebbe assai inesatto: dacchè quando il mercurio sale alla metà del tubo chiuso, l'aria contenutavi à duplicato la sua pressione; e però il gasse, di cui si vuole esplorare la forza, non sostiene solamente il peso del mercurio sollevatosi fino a metà del tubo, ma anche la elasticità dell'aria racchiusa nel tubo medesimo. Dunque esso esercita una pressione maggiore di due atmosfere. Per la qual cosa il 2 deve essere collocato tanto più basso, di quanto deve esser men densa l'aria, affinchè la sua pressione, aggiunta a quella del mercurio sollevatosi, dia una somma uguale precisamente a due atmosfere. Ed è col calcolo che si ritrova questo punto. Si dica l'analogo per gli altri gradi.

Finalmente il *manometro di Bourdon* (fig. 201.) consiste in un tubo metallico (AB), ravvolto in circolo e terminante in un indice (D) destinato a scorrere sopra una scala graduata ad atmosfere. Tutto qui è analogo al barometro (**49.** II. 1ª) dello stesso autore: la sola differenza sta in ciò, che il tubo non è vuoto, ma essendo messo in comunicazione (pel capo K) col recipiente del vapore, è pieno di questo. La graduazione poi è regolata dietro il confronto cogli altri sopra descritti.

Digitized by Google

l'aria che ci circonda, non è già quella che le compete per sua natura, ma sì veramente quella che le è imposta dal peso di tutta la sovrastante. Ond'è che in questo stato di condensazione, essendo elastica (**14.** II. 4ª), è naturale che faccia un continuo sforzo per riprendere il volume, che le si addirebbe senza tal compressione, e lo faccia per ogni verso; perchè è anche fluida (**14.** II. 8ª), e però dotata della trasmissione delle pressioni (**37.**). Ora la espansività è evidentemente l'effetto inevitabile di questo sforzo; è dunque necessario che l'aria *per la sua elasticità*, tenda continuamente ad espandersi, e si spanda anzi di fatto ogni qual volta non incontra una resistenza, che glielo impedisca. Dicasi altrettanto di ogni aeriforme. Perchè ognuno di questi, essendo ordinariamente soggetto alla pressione o mediata o immediata dell' atmosfera (chè a sottrarnelo sarebbe necessario collocarlo in un recipiente chiuso da un turacciolo solido e di capacità molto maggiore del suo volume), è più denso di quello che sarebbe di sua natura; ed in virtù appunto della *elasticità*, che esercita sotto la condensazione, fa forza per espandersi.

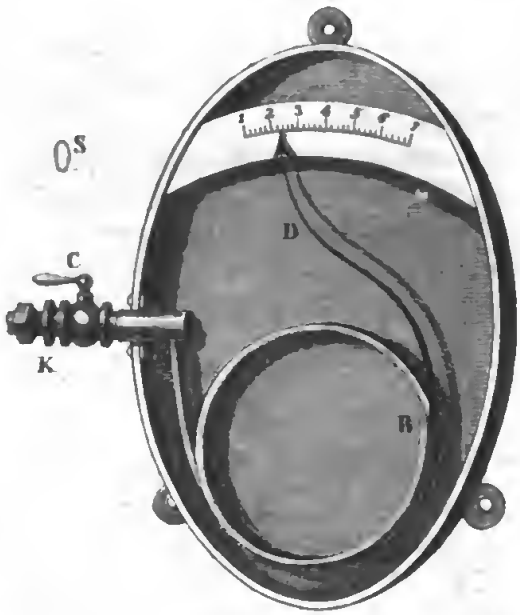

Fig. 201.

II. COROLLARII. 1° Il peso specifico degli aeriformi è quello che loro compete sotto una costante pressione atmosferica. Infatti ogni fluido elastico è ordinariamente più denso di quello che sarebbe, se fosse sottratto alla pressione dell'aria; e tanto più denso, quanto esso è forse per sè più compressibile. Quindi è che, quando si parla del peso specifico degli aeriformi, s'intende, per convenzione, che essi si trovino sottoposti alla

pressione che fa l'aria al livello del mare; la quale si sa essere uguale a quella di una colonna di mercurio alta 28 pollici.

2° Non esiste una forza espansiva. Potendosi il fatto dell'espansione dei fluidi elastici spiegare felicemente colla forza di elasticità, non è lecito ammettere un'altra forza, che lo produca; secondo il noto canone: — *Non plures admittendae sunt causae, quam quae verae sunt, et explicandis phoenomenis sufficiunt.* — E però *forza elastica* e *forza espansiva* sono due nomi di una medesima potenza.

52. Leggi dei miscugli degli aeriformi. — Fin qui abbiamo parlato dell'elasticità considerata in ciascun aeriforme separatamente; ora conviene considerarla nel caso, in cui più vapori si uniscano insieme, od uno di essi si mesca a qualche liquido.

I. DEFINIZIONE. Chiamasi *miscuglio* l'unione tutta omogenea, cioè uniforme, di più fluidi; i quali non sono atti a combinarsi insieme per formare un composto, vale a dire un corpo dotato di proprietà totalmente differenti da quelle dei componenti.

II. LEGGI. 1ª *I fluidi elastici tendono a mescolarsi insieme.* È cosa generalmente conosciuta, che due liquidi, che non tendono a combinarsi insieme, come sarebbero acqua ed olio, vino ed idrargiro, quando sieno posti in un medesimo recipiente rimangono separati, e si dispongono secondo il loro peso specifico. Non avviene altrettanto nei fluidi elastici. Infatti, come osservò pel primo Berthollet, collocando (fig. 202.) in un vase (R) dell'idrogene, e in un altro (K), sottoposto al primo e comunicante con esso, dell'acido carbonico, il quale è 22 volte più denso dell'idrogene; dopo qualche tempo i due recipienti contengono proporzioni uguali dell'uno e dell'altro vapore. Lo stesso accade degli altri aeriformi non atti a combinarsi: e ciò suole ascriversi alla loro grande porosità ed espansività. Pare per altro che il miscuglio si compia tanto più rapidamente, quanto è maggiore la differenza della loro densità.

2ª *La forza elastica del miscuglio è sempre uguale alla somma delle forze elastiche de' fluidi separati.* Si prendano diverse campane di vetro graduate, si empiano d'idrargiro e si posino capovolte colla bocca sotto il livello di questo

liquore: quindi in ciascuna si faccia salire un diverso aeriforme, e trovando la differenza fra l' altezza barometrica, e la colonna d'idrargiro sollevatasi nelle singole campane, si misuri la forza elastica di ciascun vapore. Dopo ciò tutti questi fluidi elastici s'introducano in una sola campana parimente graduata, la quale sia stata dapprima riempiuta d'idrargiro e capovolta in un vaso del liquido stesso. L' osservazione mostra che la pressione, che fanno tutti insieme, è precisamente uguale alla somma delle pressioni esercitate dai singoli.

3ª *Anche tra i fluidi elastici avviene l'endosmosi.* Infatti finchè due aeriformi di natura diversa sono divisi da una membrana a loro permeabile ed asciutta, si mescono secondo la legge sopra esposta. Ma se la membrana stessa sia umida, allora le due correnti sono disuguali; succedendo verbigrazia endosmosi dell'acido carbonico verso l'ossigeno. È però che una bolla di sapone piena d'aria aumenta di volume, quando viene immersa nell' acido carbonico.

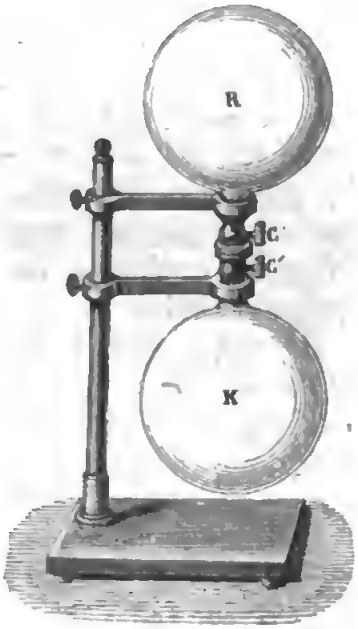

Fig. 202.

III. COROLLARIO. Dunque anche i miscugli di diversi aeriformi sono soggetti alla legge di Mariotte. Corollario che fluisce direttamente dalla seconda legge.

53. Leggi degli assorbimenti. — DEFINIZIONE. È stata trovata negli aeriformi una tendenza a penetrare nei pori delle masse solide e liquide, e questo fenomeno si è chiamato *assorbimento*.

II. LEGGI. 1ª *La densità dell' aeriforme diffuso o disciolto in un liquido serba con quella del vapore esteriore e residuo un rapporto costante.* Ponendo un vapore anche non solubile a contatto con un liquido, e variandone la pressione e la densità si verifica la legge.

2ª *Se un miscuglio di varii fluidi elastici venga a contatto*

con un liquido, l'assorbimento di ciascuno accade nella proporzione medesima, in cui accadrebbe, se ciascuno fosse solo. Così l'acqua a contatto di un miscuglio formato di 4 parti di nitrogene ed 1 di ossigene, sotto la pressione di un'atmosfera, assorbe tanto nitrogene, quanto ne assorbirebbe, se fosse a contatto di esso solo ridotto a 4 quinti della pressione atmosferica; e tanto ossigene quanto ne assorbirebbe, se questo fosse solo, e si ritrovasse sotto la pressione di 1 quinto di atmosfera.

3ª *La facoltà di assorbire gli aeriformi appartiene, sebbene in differentissimi gradi, a tutti i corpi dotati di pori sensibili, ma tenui.* Il carbone, a cagion d'esempio, spento sotto una campana piena d'ossigene, ne assorbe un volume 9 volte maggiore del proprio: assorbe invece ben 35 volumi di acido carbonico. Il carbone bagnato à una facoltà assorbente due volte minore; quel carbone naturale assai compatto che chiamano grafite, e quello assai poroso del sughero non assorbono affatto.

III. COROLLARII. 1° Dunque la quantità di aeriforme disciolto da una data massa liquida cresce o diminuisce in proporzione della sua pressione esteriore, ed (ove trattisi di un miscuglio) indipendentemente eziandio da quella di altri vapori. Corollario che discende dalla legge seconda.

2° Dunque le acque contengono sempre dell'aria. Infatti questa si vede uscire in piccole bolle sotto la campana pneumatica; ma poi vi rientra coll'esporre di nuovo l'acqua all'aria. Anzi la quantità assorbita potrà accrescersi a piacere coll'aumentare della pressione, come si fa per imprigionare l'acido carbonico nelle acque gassose.

3° Dunque gli assorbimenti derivano da una qualche azione capillare. Come si fa manifesto dalla legge terza.

4° Dunque le foglie degli alberi debbono assorbire l'acido carbonico, che si trova sempre disseminato in una certa quantità nell'aria atmosferica.

IV. SCOLIO. L'idrargiro è il solo liquore, in cui non siasi ancora scoperto verun assorbimento.

54. Variazioni della pressione atmosferica. — Volendo ora trar profitto dalle teorie stabilite sulla elasticità

degli aeriformi e dagli istrumenti acconci a misurarne le pressioni, per lo studio della costituzione fisica dell' atmosfera, è duopo che ci facciamo ad esaminare le variazioni, alle quali nell' esercizio della sua pressione va soggetta l' atmosfera medesima.

I. DEFINIZIONI. 1ª Le variazioni, alle quali va soggetta ad ogni tornar di stagione nell' anno, e nelle varie ore del giorno la pressione atmosferica, sono denominate *periodiche*.

2ª Diconsi poi variazioni *accidentali* quelle, che accadono straordinariamente.

II. LEGGI. 1ª *Le variazioni periodiche della pressione atmosferica succedono in senso inverso a quelle per le quali trapassa la temperatura.* I. È un fatto dimostrato da un gran numero di osservazioni che le indicazioni del barometro, indottevi anche le debite correzioni, variano da un mese all'altro; e al ritornare delle stagioni ripassano per le medesime altezze. Il che avviene con questa legge che il barometro si abbassa coll'aumentare del calore estivo, s'innalza invece sempre più, quanto più si abbassa la temperatura in inverno. Anzi l' altezza barometrica varia anche periodicamente in un medesimo giorno da un'ora all'altra; tanto che nelle regioni intertropicali il barometro potrebbe quasi far da orologio; perchè dalle 10 sino alle 4, sia del giorno che della notte, gradatamente si abbassa; e dalle 4 alle 10 s'innalza allo stesso modo. Nelle altre regioni poi l'oscillazione è molto più estesa, anzi si amplia colla latitudine; ma le variazioni sono men regolari, perchè si intrecciano con altre variazioni accidentali. In una parola le variazioni barometriche vanno in senso inverso alle termometriche. II. E così dev' essere. Perocchè quando una regione dell'atmosfera si riscalda più delle vicine, l'aria di quella regione si trova più dilatata e per conseguenza più alleggerita della sua prossima, e perciò ascende in più alte regioni. Parimente, se restando ferma la temperatura di una data regione, si raffredda l' aria circostante; questa si addensa, e si ristringe in sè medesima, e quella invadendo lo spazio abbandonato da questa si dirada ed alleggerisce. Nell'uno e nell' altro caso la pressione atmosferica, e con essa l'altezza barometrica dee diminuire.

2ª *Di regola generale colla diminuzione accidentale della pressione atmosferica s'associa il tempo piovoso o temporalesco; coll'aumento invece della pressione medesima va unito il tempo asciutto e sereno.* Dappoichè, come risulta da un gran numero di fatti, in ogni clima vi è una certa altezza (diversa pei diversi climi), a cui tenendosi per un certo tempo il barometro, si avvicenda il bel tempo alla pioggia; ma ad un'altezza maggiore risponde ordinariamente un tempo stabile, bello ed asciutto; ad altezze minori invece si associano piogge, venti, e temporale.

III. COROLLARIO. Dunque le variazioni periodiche della pressione atmosferica provengono dalle variazioni della temperatura.

IV. SCOLII. 1° Non è di questo luogo esaminare come e perchè siavi un nesso fra i cambiamenti di tempo e le variazioni accidentali della pressione atmosferica: chè troppe cagioni vengono in questo fatto a sovrapporsi, perchè si possa ritenere tal nesso come affatto invariabile; nè sono abbastanza note tutte le perturbazioni per poterne eliminare i risultati. Per ora dunque ci limitiamo ad avvertire che il vapore d'acqua tende ad alleggerire l'atmosfera. Infatti esso è più leggiero dell'aria bassa, e però sale e si diffonde nelle alte regioni pronto a rapprendersi in vapore concreto e costituire le nubi, o risolversi in pioggia, quando da altre cagioni vi sia determinato. Dal che si deduce che realmente l'abbondanza di questo vapore deve far diminuire la pressione dell'aria, ed abbassare la colonna barometrica.

2° Soglionsi ordinariamente trascurare le sopraddette perturbazioni; e si consulta spesso il barometro per averne in responso non solo lo stato dell'atmosfera, ma sì anche le prossime future idrometeore. A tale intento si appone (fig. 203.) l'indicazione di *tempo variabile* (V) a quell'altezza barometrica, di cui si è parlato poco fa. Inoltre si usa di prendere tre distanze sopra, e tre sotto alla detta altezza, le quali differiscano fra loro di $0^m,009$, e di assegnare le indicazioni di *pioggia o vento* (*pv*) alla prima, alla seconda *pioggia abbondante* (*pa*), *temporale* (T) alla terza delle tre divisioni inferiori; di *bel tempo* (*bt*), *bello stabile* (*bs*), *e assai secco* (S) alle tre divisioni superiori. Ma non si dimentichi mai che

tali indicazioni barometriche sarebbero sempre veridiche, se la pressione atmosferica si alterasse solamente per le vicissitudini del tempo. Poichè per altro vi sono diverse cagioni che influiscono sulla pressione atmosferica, queste indicazioni di bel tempo, o di pioggia non possono dirsi del tutto sicure ed infallibili.

54. Altezza ed utilità dell'atmosfera. — Si è cercato di determinare l'altezza dell'atmosfera per mezzo della durata dei crepuscoli, indagando quanto debba distare dalla Terra quello strato d'aria, che resta illuminato dalla luce solare fin dal momento, in cui il Sole si trova 18° sotto l'orizzonte. Ma questa indagine è assai difficile. Meno ardua è la soluzione del problema per mezzo delle considerazioni fondate sulle altezze della colonna barometrica, e sulle leggi che esporremo nelle seguenti proposizioni.

I. PROPOSIZIONI. 1ª *L'atmosfera in uno stesso strato orizzontale, cioè alla stessa distanza dal centro della Terra, à da per tutto la medesima densità, a parità di circostanze in tutto il resto.*

Dimostrazione. Questa si può dedurre dalla fluidità stessa dell'aria, per la quale deve avverarsi negli aeriformi ciò, che fu dimostrato (**39.**) pei liquidi. Infatti suppongasi per un istante che un certo volume d'aria, la quale sta a destra, sia più densa ed abbia perciò maggior forza elastica, che la sua prossima a sinistra. È certo che, a voler prescindere da ogni altra cagione perturbatrice, nel piano dividente l'aria destra dall'aria sinistra, si troveranno in conflitto due forze disuguali. Ora di queste trionferà certamente la più energica; e però una certa quantità d'aria passerà da destra a sinistra: e questo passaggio durerà, finchè l'aria sinistra non abbia raggiunto una elasticità capace di pareggiare quella della

Fig. 203.

destra : ossia finchè non avrà in ambidue i siti la stessa densità.

2ª *Ad altezze crescenti in progressione aritmetica decresce la densità, e la elasticità dell'atmosfera in progressione geometrica.*

Dichiarazione. Dappoichè la densità dei varii strati dell'atmosfera (**51.** I.) dipende dalla compressione che soffrono pel peso dell'aria sovrastante, è naturale che essi debbano essere tanto men densi, quanto è minore la pressione a cui soggiaciono, ossia quanto sono più alti. Ora col calcolo si dimostra che questa densità deve diminuire in progressione geometrica, quando le altezze crescono in una progressione solamente aritmetica. Ma non essendo questo il luogo di ingolfarsi in considerazioni prettamente algebriche, chiederemo questo teorema a titolo di postulato.

3ª *All' altezza di 50 chilometri l' atmosfera esercita una pressione uguale a quella di un millimetro di mercurio.*

Dichiarazione. Anche questa proposizione domanderemo a titolo di postulato; e però ci contenteremo di dichiararla. Si sa che l'idrargiro pesa dieci mila volte e mezzo (esattamente 10513,5) più dell'aria esistente al livello del mare. Perciò se l'atmosfera avesse ad ogni altezza la densità medesima, la colonna barometrica decrescerebbe di un millimetro ad ogni strato più alto di circa dieci metri e mezzo ; in guisa che la differenza di due livelli del mercurio si ridurrebbe a zero all'altezza di otto mila metri. Se non che la densità dell'atmosfera va scemando in progressione geometrica ad altezze crescenti in progressione aritmetica: e i numeri, che stanno fra loro in progressione aritmetica, sono i logaritmi di quelli che costituiscono una progressione geometrica. Ond'è che l'altezza residua dell'atmosfera sopra uno strato qualunque dev' essere proporzionale al logaritmo della sua densità in quello strato medesimo, ossia al logaritmo della colonna barometrica 1. D' altra parte, come dalla densità si

1 Con ciò si vede abbastanza come si possa risolvere il problema delle altezze, o della livellazione per mezzo del barometro. Fatte due osservazioni barometriche, una al piede, e l'altra alla sommità, esempigrazia, di una montagna, siccome l' altezza residua dell' atmosfera è proporzionale al logaritmo della colonna barometrica; così si potrà

può inferire l'altezza residua dell'atmosfera, così dall'altezza data si può dedurre la densità. Con questo metodo si trova che all'altezza di 50 chilometri l'aria dev'essere rarefatta in modo, da sostenere un solo millimetro di mercurio, che è la più grande rarefazione che possa ottenersi colla macchina pneumatica. E poichè al livello del mare l'aria sostiene 760 millimetri di mercurio, a 50 chilometri avrà una densità sette in ottocento volte minore di quella dello strato infimo.

COROLLARII. 1° Dunque l'ultimo limite dell'atmosfera non è esattamente determinabile. Imperocchè ad altezze poco differenti decrescendo la densità dell'aria assai rapidamente, e diminuendo invece appena sensibilmente il peso (che non diviene la quarta parte se non all'altezza di 4 mila miglia nostrali); presto deve avvenire, che la elasticità sua aggnagli il peso stesso delle molecule. Allora ciascuna di queste, spinta com'è secondo il raggio terrestre in su per elasticità, in giù per gravità, si trova animata da due forze uguali e contrarie, e però in equilibrio. Per conseguenza l'atmosfera non potrà travalicare questo confine, ed ivi avrà il suo limite. Ma la densità sarà colassù tanto tenue, che nè per la durata de' crepuscoli, nè per verun' altra osservazione diretta potrà determinarsi il limite di quell'ultima indecisissima sfumatura.

2° Dunque l'atmosfera à pressappoco la figura stessa della Terra. Imperocchè là essa termina, ove la sua forza elastica pareggia il peso delle sue molecule: ed essa à il peso medesimo, e la stessa forza espansiva in un medesimo strato orizzontale, ossia alla stessa distanza dal livello del mare (I.1ª).

III. SCOLII. 1ª Anche gli antichi ritenevano, sebbene per

ottenere la differenza di quelle due altezze dalla differenza delle altezze calcolate di atmosfera residua. Che se una delle due stazioni sia il livello del mare, si otterrà con ciò la sollevazione dell'altra dal livello medesimo. Se non che la diminuzione della densità dell'aria non procede a rigore secondo la legge di Mariotte, specialmente perchè v'influiscono colla pressione e la temperatura ed il vapor d'acqua, che si contiene in varie dosi nell'atmosfera. È perciò che furono stabilite delle formole e calcolate delle Tavole a render facile e bastantemente esatta tale ricerca. Del resto, quando non richiedasi che una sola approssimazione, e si tratti di differenze non molto grandi, queste si ritengono di 10 metri e mezzo per ogni millimetro di altezza barometrica.

considerazioni affatto diverse dalle sopra esposte, che l'aria involgesse la Terra come una crosta sferica; e però la dissero *atmosfera*, cioè sfera de' vapori.

2° Non sembra che l'aria si estenda al di là di 100 chilometri. Poichè avendo essa all'altezza di 50 una rarefazione così grande, nei 50 chilometri superiori dovrà venire sempre più digradando in densità, e ridursi finalmente ad una quantità insensibile.

3° Quante e quanto grandi non son mai le utilità, che ci arreca l'aria! Essa mantiene la nostra vita, e quella di tutti gli animali sia aerei, sia terrestri; nutrisce le piante; assorbita dalle acque, le rende più salubremente potabili, ed atte alla respirazione dei pesci ed ai varii bisogni delle arti; e quando esse vengano a congelarsi, le alleggerisce, affinchè possano galleggiare, e ne aumenta il volume, affinchè lavorino a lor modo la terra, allargandone i meati ed i pori. È l'aria che col crepuscolo matutino dispone i nostri occhi a sostenere la vivacità della luce del Sole, e col vespertino gli avvezza a grado a grado alla oscurità della notte, e coll'uno e coll'altro prolunga il beneficio del giorno. È l'aria, che rischiara le lunghissime notti de' paesi polari con un'aurora quasi perpetua. È l'aria, che ammanta la volta del firmamento di quel bell'azzurro, che è il più gradevole a' nostri occhi, ed il più armonico col verde tappeto disteso sulla superficie della Terra. Il suo continuo agitarsi nei venti leggieri la salva dalla corruzione; la fa partecipe di un equabile riscaldamento; ne dissipa le esalazioni fetide e micidiali; e ne mantiene l'omogeneità, facendole riprendere dalle piante e diffondere con uniformità quei principii, che vien perdendo per le respirazioni e per le combustioni. Il suo impetuoso imperversare nei turbini e nelle procelle la purifica; raccoglie e fa precipitare i sali e le polveri che la ingombrano, e possono essere utili alla vegetazione; sconvolge opportunamente le acque dei mari, per preservarle dal corrompimento e dalla eterogeneità. A lei si deve il sollevarsi dell'acqua nelle trombe aspiranti e nei sifoni; a lei l'alleggerirsi a piacere dei pesci nell'acqua, ed il librarsi dei volatili a sì grande altezza; a lei che la neve possa discendere lieve lieve sui

terreni per ricoprirli con una soffice coltre e difendere i vegetali dai rigori del verno. Senz'essa non sarebbe distribuito agli uomini, ai bruti, alle piante un sufficiente ed uniforme grado di calore. Senz' essa non sarebbero rischiarate che le cose colpite direttamente dai raggi solari; tutte le altre, e il Cielo medesimo rimarrebbero con un disgustoso contrasto nelle tenebre della notte anche di pien meriggio. Se essa non si scuotesse acconciamente sotto l'impulso degli organi della favella o degli strumenti musicali, se essa non comunicasse di uno in altro suo strato i fremiti che ne derivano nelle sue molecule, se essa non agitasse con un mirabilissimo magistero le varie parti del nostro orecchio; noi saremmo privi delle pure delizie della musica, non sapremmo manifestare i nostri desiderii che a gesti, non conosceremmo veruna loquela, rimarremmo perpetuamente in una stupida idiotaggine. L'aria modera l'evaporazione, che si solleva a preparare la pioggia; mantiene l'acqua nello stato di liquidità, impedendo che si disecchino i mari e le sorgenti per lo continuo bollore, che senza la sua pressione concepirebbero; sorregge le nubi, e le distribuisce sui continenti, o le accumula sulle montagne; rattiene la foga dei rovesci e degli acquazzoni, e rompe il colpo della grandine sterminatrice; stabilisce l'equilibrio nel fuoco elettrico; ci refrigera coi suoi lievi zeffiri negli ardori della canicola; volge le ali di molini; spinge le vele dei bastimenti; alimenta i nostri fuochi; infiamma le nostre lampade;.... Ma io sarei infinito, se ad una ad una enumerar volessi le utilità, che noi riceviamo da questo elemento. Terminerò dunque col dimandare: chi fu che diede all' aria tante virtù? Chi ne cinse e rivestì tutta dintorno la Terra? Ah che Tu solo fosti, onnipotente Creatore! Da quali sentimenti di riconoscenza non debbo io dunque esser compreso, o mio provvidentissimo Iddio, nel considerare la somma ed il valore de'beneficii, che Tu del continuo ne largisci per mezzo dell'atmosfera!

terizzandoli dalle più ovvie loro proprietà singolari; poi esaminare brevemente le qualità dei composti vuoi organici, vuoi minerali, che dalla unione di alcuni pochi semplici derivano; e finalmente esporre le leggi che presiedono alle combinazioni, e le teoriche finquì ideate a spiegare questo genere di fenomeni. E questi appunto saranno i temi di altrettanti Articoli. I quali, come è già noto a chiunque à letto l'Introduzione di quest' Opera, non dovranno già fornire un' istruzione *pratica* per imparare a svolgere i semplici dai composti, o fare i composti coi semplici; ma costituiranno un trattatello elementare di *scienza* chimica.

ARTICOLO I.

CORPI SEMPLICI.

56. Nozioni preliminari. — Prima d' ogni altra cosa è necessario determinare alcune nozioni fondamentali in Chimica, e i termini tecnici usati a rappresentarle.

I. DEFINIZIONI. 1ª Si dice chimicamente *semplice*, ed anche *elementare* un corpo il quale, sebbene sia costituito di più sostanze distinte, non è per altro un misto di sostanze ponderabili di specie diversa; ma è invece perfettamente omogeneo.

2ª L'unirsi intimamente di due o più sostanze ponderabili, semplici o composte, a costituire un corpicciuolo o molecula, in un certo senso omogenea, ma dotata di proprietà affatto diverse da quelle dei componenti, chiamasi *combinazione chimica*; ed anche (specialmente poi se tale unione sia stata artificialmente stimolata) *sintesi*.

3ª Il separarsi di due sostanze, che erano combinate insieme, si denomina *decomposizione*, ed ancora (in ispecie se sia artificiale) *analisi*.

4ª Il corpo, che risulta da una combinazione, suol dirsi *composto chimico*, od anche *una combinazione*.

5ª Ma, se il composto sia formato di metalli, è chiamato *lega*.

6ª Ed ove uno dei metalli della lega sia l'idrargiro, il composto vien denominato *amalgama*.

7ª La forza, che unisce e combina i corpi, si dice *forza*

di composizione, ed anche *affinità*; ma per distinguerla dall'affinità (**28.** I.), che unisce ordinariamente i corpi omogenei e fa i solidi, le si dà l'epiteto di *eterogenea*.

8ª Si chiamano *metalli* certi corpi semplici, i quali, come l'oro, l'argento, il rame, sono opachi, molto pesanti, non solubili nell'acqua, ma fusibili, e riscaldati in una parte, facilmente si riscaldano nelle altre, spezzati irregolarmente gettano qua e là sprazzi di luce, levigati e compressi con un brunitoio di agata divengono lucenti come specchi.

9ª Tutti i corpi semplici non metallici ricevono la denominazione di *metalloidi*.

10ª Si dà nome di *àlcali* a certi corpi composti solubili nell'acqua, i quali, come la potassa, ànno sapor caustico, e rendono verdi e poi gialli i colori azzurri vegetali. Il nome è tolto da *kali*, che presso gli Arabi significava potassa, prepostovi l'arabo articolo *al*.

11ª Certi altri corpi composti, come sarebbero la calce e l'allumina, solubili parimente nell'acqua, i quali formano la parte principale delle pietre, portano da lungo tempo il nome di *terre*.

12ª Ma poichè fra le terre ve ne sono alcune poche, esempigrazia la magnesia, le quali partecipano alquanto delle proprietà degli alcali; queste poche sono state denominate *terre alcaline*.

13ª Anche fra metalli e metalli si fa distinzione: e quelli, che uniti all'ossigene fanno le terre, diconsi *metalli terrosi*.

14ª *Metalli alcalini* sono chiamati quelli, che combinati parimenti all'ossigene formano gli alcali.

15ª Vengono detti *metalli alcalino-terrosi* quelli, che sono uno dei due elementi delle terre alcaline. Tutti gli altri diconsi *metalli* senza più.

16ª È stato convenuto di chiamare *equivalenti chimici* ed anche *pesi atomici* le più piccole quantità relative, onde le varie sostanze entrano in combinazione fra loro.

17ª Per *segno stechiometrico* o *simbolo* s'intende la iniziale o abbreviatura desunta dal nome latino di una sostanza semplice, colla quale abbreviatura questa sostanza medesima, ed il suo equivalente chimico suolsi rappresentare. Per esempio

O significa ossigene, o 100 di ossigene; Pl vuol dire platino, ed anche 1232,8 di platino.

II. scolio. A maggiore schiarimento delle esposte definizioni, aggiungeremo alcune avvertenze.

1° Semplice significa *uno*; e come vi sono diverse specie di unità, così vi sono diverse specie di semplicità. Vi è la massima delle semplicità, cioè l'assoluta, ed è la divina; vi è la semplicità dello spirito, delle anime brutali, e degli elementi della materia, ed è quella che esclude la moltiplicità delle parti; vi è finalmente la semplicità chimica, la quale esclude l'eterogeneità di queste parti medesime. Veramente non è facile dimostrare categoricamente, che una data sostanza sia chimicamente semplice; e più volte è avvenuto, che siensi ritrovati i componenti di qualche materia dai Chimici creduta semplice. Egli è però, che la moderna Chimica nel decretare la semplicità di un corpo pretende solo di definirlo *indecomposto*; tale cioè che, sebbene sia stato in mille maniere cimentato, non si è finora potuto risolvere in altre sostanze diverse da esso.

2° Noi vediamo tutto giorno accadere nei corpi delle trasformazioni o metamorfosi assai più profonde, che non sieno i cangiamenti di stato. Infatti nella nutrizione degli animali e delle piante, nella fermentazione delle sostanze organizzate, coll'esporre al fuoco o caricare di elettrico certi minerali, i corpi si tramutano in altri totalmente diversi. Ora saranno certi sali sciolti nell' acqua, che intromettendosi in un seme ne fanno germinare un' erba; ora saranno due metalli, come il rame e lo zinco, che formano l' ottone; ora due aeriformi, ossigene ed idrogene, che unendosi daranno nascimento all' acqua. Queste unioni non sono puri miscugli: perchè in questi restano più o meno manifeste le proprietà dei misti. Servano d' esempio l' aria ed il vino inacquato. L'aria è ossigene mischiato al nitrogene: ora l'ossigene infiamma violentemente tutti gli aeriformi combustibili, dei quali venga alquanto innalzata la temperatura; il nitrogene gli smorza; e l'aria mantiene moderatamente le combustioni e le fiamme. L'ossigene è respirabile, ed anche troppo; perchè in breve consuma la vita: il nitrogene non lo è

affatto; l'aria à invece una giusta respirabilità. Da ultimo tutti e tre sono fluidi elastici, e la forza elastica dell' aria è la somma delle due elasticità del nitrogene e dell'ossigene. Parimenti l'acqua e il vino mesciuti insieme restano allo stato di liquidità; il volume del tutto uguaglia la somma dei volumi dei componenti; l' acqua scolorita ed insipida diluisce e tempera il colore ed il sapore del vino. Non così in una vera combinazione. L' acqua è costituita da idrogene e da ossigene: ma essa è liquida, e questi sono aeriformi: nessuno di questi può inghiottirsi senza nocumento, e l' acqua refrigera la sete: l' ossigene infiamma, l'idrogene è infiammabilissimo, e l'acqua estingue gli incendii. Similmente l'olio di vitriuolo è un liquido, che risulta dall' ossigene, il quale è un gasse, e dallo zolfo, il quale ordinariamente è solido; esso medesimo abbrucia a freddo le sostanze animali, il che non fa nè lo zolfo, nè l'ossigeno.

3° Anticamente si ammetteva la transustanziazione. Ma al presente si è riconosciuto che questa non può avere luogo senza miracolo, ed invece si ritiene concordemente dai Fisici e dai Metafisici, che ogni nascimento di un nuovo corpo per l' associazione di più altri, non sia che l' effetto di un attraimento, che si esercita fra le loro molecole, pel quale esse si uniscono sì strettamente, ed acquistano un tal nuovo modo di essere, da occultare le loro proprietà individuali e manifestarne delle nuove, ad onta che ciascuno dei componenti sèguiti ad essere in sè medesimo la cosa stessa che era prima. Quindi l' affinità chimica viene ritenuta per un' attrazione molecolare.

4° Nell'enumerare e definire i corpi semplici terremo l'ordine seguente: I. metalli, II. metalli terrosi, III. metalli alcalino-terrosi, IV. metalli alcalini, V metalli di recente scoperti e poco conosciuti, VI. metalloidi. Al nome poi di ciascuno faremo seguire il suo simbolo, e l'equivalente, o peso atomico.

5° Nel determinare la densità o peso specifico di ciascuno, relativamente ai solidi e ai liquidi prenderemo per unità la densità dell'acqua stillata a 4°; relativamente poi agli aeriformi considereremo come unità la densità dell'atmosfera alla temperatura 0°, e sotto la pressione di 76 centimetri di mercurio.

6° Per far conoscere la tenacità dei metalli, esprimeremo in cifra il numero minore di kilogrammi, i quali, appesi che sieno a ciascuno di loro, ridotto ad un filo di due millimetri di diametro, sono sufficienti a spezzarlo.

7° A rappresentare la solidabilità, fusibilità, e volatilità, riporteremo il grado di temperatura, sotto cui o si solidano, o si fondono, o volatizzano. Quando per altro tal grado non si potrà assegnare, sostituiremo il colore di relativa roventezza.

8° Finalmente avvertiamo che nel principio della descrizione di ciascun semplice, al nome italiano porremo appresso il nome latino, donde spesso il segno stechiometrico è stato desunto, e quindi questo segno medesimo, e, dopo le due lineole d' uguaglianza, l' equivalente chimico.

57. Descrizione dei corpi semplici. — La prima conoscenza, che dee farsi dei corpi semplici, convien che si limiti quasi esclusivamente ai soli caratteri esterni, ed alle proprietà fisiche. Perciocchè quelle proprietà chimiche, le quali, oltrechè affaticano eccessivamente la memoria, sono eziandio poco intelligibili (finora almeno) ai principianti, possono trovare un posto molto opportuno nel discorso dei composti, i quali da esse derivano. Inoltre per passare dal noto all' ignoto è espediente descrivere prima i metalli, e poscia i metalloidi.

I. I *metalli* così detti senza più, quelli cioè che certamente non sono nè terrosi, nè alcalini, nè alcalino-terrosi, debbono (come quelli che sono i meno ignoti) essere esposti per i primi. Anzi fra questi medesimi convien dare la precedenza ai sette, che furono conosciuti dagli antichi, ed ebbero un tempo i nomi stessi degli Dei, dai quali furono già denominati i giorni della settimana.

1° *Oro* (Aurum) Au = 1227, 75. È il malleabilissimo dei metalli, e si distingue da ogni altro per la giallezza sua particolare. Non à nè odore, nè sapore, è poco sonoro, difficilmente fusibile, inalterabile all' aria (col cui ossigene non si combina), ed insolubile perfino nell' acqua forte. Ma può essere sciolto dall' *acqua regia*, così detta appunto per questa sua virtù sul *Re dei metalli*. Ritrovasi *nativo*, cioè abbastanza puro e libero da ogni altro corpo, in pagliette,

granelli, pipiti, e talvolta in cubi nettissimi modificati da altre figure del medesimo sistema. Puro è assai molle; ridotto a grande sottigliezza divien trasparente per luce verde, si fonde a 1200°, e ad altissima temperatura evapora. À la densità 19, 5. Già fu detto *Sole* o *Apollo*.

2° *Argento* (Argentum) Ag = 1349, 01. È splendidissimo, bianchissimo, e sonoro, più duro dell' Au, ed il più malleabile dopo di esso, assai tenace e riflettente. Non si offusca all' aria, e però è metallo nobile come l' Au; se talora si appanna, ciò non devesi all'aria, ma al così detto acido solfoidrico, il quale attacca l'Ag anche a freddo e lo annerisce. À tenacità 85, densità 10, 5; si fonde a 1000°, ed evapora ad altissima temperatura. Si trova nativo in cubi modificati. Gli antichi lo chiamarono *Luna*.

3° *Idrargiro*, *Argento vivo* (Hydrargirium) Hg = 1250, 09. È il solo metallo liquido a temperatura ordinaria; ma solidifica a — 40° ingrandendosi come fa l' acqua, bolle a 350°, ed evapora facilmente. Si offusca all' aria, ricoprendosi di un velo grigio. Puro à la densità 13, 596. Si trova anche nativo in globuli sparsi nelle fessure di certe rocce: nelle regioni polari spesso è solido, malleabile, bianco, splendido quasi quanto l' Ag, e cristallizzabile in ottaedri regolari. Conserva ancora l' antico nome di *Mercurio*.

4° *Rame* (Cuprum) Cu = 395, 6. Il più sonoro di tutti i metalli; di un bel rosso, e di sapore, ed odore suo particolare; assai malleabile, e duttile; si àltera all' aria specialmente umida, e facilmente si ricopre di una materia verde chiamata *verde rame*. Si fonde a calore molto rovente; incandescente esala vapori, che bruciano con fiamma verde; cristallizza in ottaedri regolari; à tenacità 140, densità 8, 87. Si trova nativo; fu conosciuto dalla più remota antichità; ed ebbe già il nome di *Venere*; ma ricevè ancora quello di *Cuprum* dall'isola di Cipro, donde i Greci lo traevano, cui quindi scambiò con quello di *rame* da *aeramen*, chè così i Latini dei bassi tempi chiamavano il bronzo.

5° *Stagno* (Stannum) Sn = 735, 29. È il fusibilissimo dei metalli; rassomiglia all' Ag; à sapore e odore caratteristico; cristallizza in prismi; incurvato crepita, ossia fa un rumore

che è detto *cricche dello stagno*; a 228° si fonde; al calor bianco dà vapori sensibili, e non si àltera sensibilmente all'aria secca. À molta malleabilità, poco peso, e tenacità; cioè densità 7, 29, tenacità 25. Gli antichi lo dissero *Giove*.

6° *Piombo* (Plumbum) Pb = 1294, 5. È il mollissimo de' metalli; assai flessibile e malleabile, poco meno fusibile dello Sn, pesante 11, 3, e non molto tenace, cioè 9. Manda un odore ingrato; è di color grigio azzurrognolo assai splendido, ma si oscura prontamente all'aria; si fonde a 335°, e cristallizza in ottaedri regolari. Rovente tramanda vapori visibili, e venefici; portò già il nome di *Saturno*.

7° *Ferro* (Ferrum) Fe = 350. È il tenacissimo di tutti i corpi, donde il suo nome tratto da *ferre*, ed il più utile ed abbondante de' metalli. Battuto, e stirato ugualmente in tutti i sensi, à una tessitura a piccolissimi grani splendenti; ma stirato in barre à tessitura fibrosa. Di rado si trova nativo; mostra indizii di cristallizzazione cubica; al contatto dell'aria specialmente umida si ossida prontamente, ossia irruginisce, e se è in piccole particelle diviene incandescente; è poco fusibile; à tenacità 250, e densità 7, 8. Un tempo si denominava *Marte*. Quello di commercio è sempre un poco impuro; e distinguesi in tre specie: *ferro dolce* o *malleabile*, *acciaio*, e *ferro fuso* o *ghisa*; ognuna delle quali contiene più carbonio dell'antecedente; l'ultima è meno duttile, ma più dura e fusibile della prima, e la seconda riunisce in sè le proprietà delle altre due.

8° *Zinco* (Zincum) Zn = 406, 5. È di color bianco azzurrognolo, e nella sua frattura presenta delle larghe lamine cristalline brillantissime; ma all'aria perde in breve la sua lucentezza. Densità 7. Da 0° fino a 100° è fragile, da 100° a 200° è malleabile, a più alta temperatura è fragile di nuovo, a 500° si fonde, riscaldato di più brucia con una splendidissima fiamma bianca, a calor bianco bolle. Forse gli antichi lo conobbero, ma non lo apprezzarono, perchè non ne aveano scoperta la malleabilità; ma probabilmente la sua conoscenza data dal tempo degli alchimisti. È certo per altro che coi suoi minerali gli antichi facevano l'*aurichalcum*, ossia l'ottone.

9° *Platino* (Platinum) Pl = 1232,08. Verso la metà del secolo passato fu portato in Europa dall' America questo metallo, per opera del capitano Ulloa; il quale nel suo viaggio al Perù trovò che gli Spagnuoli da lungo tempo lo conoscevano, e consideravanlo quasi un piccolo argento; e però da *plata* (che in loro lingua significa Ag) lo chiamavano *platina*. Così avemmo un terzo metallo nobile ed utilissimo; il quale (secondo tutte le probabilità) era già stato noto agli antichi Greci e Romani. Esso non solo in America, ma eziandio in Russia ed in Siberia si trova nativo in grani, pagliette, pipite, ed anche in masse di qualche kilogramma. Il Pl è di color bianco cinereo e splendidissimo; è il più pesante di tutti i corpi, che possono adoperarsi isolati, cioè 21,5; è assai duttile; è tenace e duro quasi quanto il Fe (sebbene quello di commercio, che è impuro, lo sia la metà meno). Non si ossida all'aria; non è attaccato che dall'acqua regia; e si fonde assai difficilmente. Si può rendere spugnoso, e allora à la proprietà di addensare i gassi in copia strabocchevole; e però produce fenomeni di combustione molto intensa. In tale stato esercita una singolare azione così detta *catalitica*; dacchè colla sua sola presenza determina le sintesi di altri corpi; e quindi l'*acciarino a idrogene*, e la *lampada aflogistica*, colla quale una spirale di Pl arroventata si mantiene tale, solo perchè trovasi immersa nel vapore di quell' etere o acquarzente, la cui fiamma avealo reso rovente.

10° *Antimonio* (Stibium) Sb = 806,45. Si conoscevano da lungo tempo i minerali di Antimonio; ma Basilio Valentino alchimista fu il primo, che diede contezza di questo metallo bianco azzurrognolo, assai brillante, fragilissimo, lamellare, alquanto duro, di sapore e odore suo proprio, di densità 6,8, che non si àltera all'aria, ma ad alta temperatura brucia con fiamma bianca e spande candido fumo; si fonde a 480°, e facilmente cristallizza nel sistema romboedrico.

11° *Bismuto* (Bismuthum) Bi = 1330,38. Bianco gialliccio, assai lamellare, e fragile. Si àltera all'aria umida, brucia in contatto di questa con fiamma azzurrognola, ed è facile a fondersi (cioè a 264°). Nel solidarsi si ingrandisce come fa l'acqua; e spesso si configura in ottaedri regolari, di densi-

Digitized by Google

tà 9,9, e grandi fino a parecchi centimetri, e sotto forma di tramoggie piramidali splendenti a bellissimi colori iridescenti, come le bolle di sapone. Gli alchimisti lo confusero col Pb e collo Sn. Stahl e Dufay dimostrarono, che è un metallo a parte. Sortì il nome da quello del minerale *wismutblende*, che lo contiene.

12° *Cobalto* (Cobaltum) Co = 368,65. Grigio di acciaio, suscettibile di un bel pulimento, duro, fragile, friabile, poco fusibile, irruginibile, denso 8,5. Fu ottenuto puro da Brandt nel 1733.

13° *Niccolo* (Nicolum) Ni = 369,33. Bianco tendente al grigio, alla temperatura ordinaria inalterabile all'aria anche umida, più malleabile e duttile del Co. denso 8,8. Fu scoperto nel 1851 da Cronsted e Bergmann in un minerale chiamato dai tedeschi *Kupfernikel*.

14° *Molibdeno* (Molibdenum) Mo = 596,1. Polvere grigia, che si trasforma facilmente all'aria. Ma si ottiene anche in piccole masse fuse che ànno l'aspetto di Ag smorto. È poco duttile, facilmente ossidàbile, e scaldato all'aria diviene incandescente: denso 8,62. Fu scoperto da Scheele nel 1778 nel minerale chiamato *molibdena* per la sua somiglianza colla piombaggine, cui i Greci dissero μολύβδαινα.

15° *Manganese* (Manganesium) Mn = 344,68. Bianco tendente al grigio, fragilissimo, assai combustibile, alquanto duttile, molto irruginibile, poco fusibile, denso 8. Scheele nel 1774 dichiarò differente da ogni altro il minerale noto anche agli antichi, e chiamato *magnesia nigra* o *lapis magnes* per la sua somiglianza colla calamita; e da esso appunto alcuni anni dopo Gahn trasse il Mn.

16° *Tunsteno* (Tunstium) Tu, e presso alcuni (Volframium) W = 1188,36. Polvere di color grigio cupo; o massa consistente, durissima, brillante, e del color del Fe. Allustrabile colla lima, e inalterabile all'aria a temperatura ordinaria; di densità 17,5. Scheele scoperse una polvere di color giallo chiaro, che entra nella composizione del minerale detto *wolfram*, ed anche *tungstein*; ed i fratelli D'Elluiart nel 1782 ne separarono il metallo.

17° *Titanio* (Titanum) Ti = 314,47. Si ottiene in paglinole

splendidissime di color rosso porporino, che scaldate in contatto dell'aria si accendono e trasformano in polvere bianca. Ottiensi anche in piccoli cristalli cubici del color rosso di Cu, duri più del quarzo, ed i quali non sono corrosi che dall'acido fluoridrico; di densità 5,3. Fu scoperto nel 1791 da W. Gregor.

18° *Cromo* (Chromium) Cr = 328,5. Vaucquelin l'anno 1797 nel così detto *piombo rosso* di Siberia scoperse questo metallo grigio, fragile, e denso 6; il quale assume una bella lucentezza; è duro più del vetro, ed inalterabile all'aria asciutta. Il suo nome viene da χρῶμα *colore*, perchè esso fa parte della materia colorante di varie gemme.

19° *Tantalio* o *Colombio* (Tantalum, Columbium) Ta = 1148,36. È nero, polveroso, quasi infusibile; acquista lo splendore ed il color del Fe; non è alterato dall'aria, ma riscaldato vi brucia con vivacità. Hatchett nel 1801 lo ritrovò in un minerale di America, e in onore di Colombo lo nominò *Colombio*. Nel 1802 Ekeberg lo trovò in un minerale della Svezia, e lo chiamò *Tantalio*.

20° *Palladio* (Palladium) Pd = 665,47. È un metallo splendido, di una bianchezza media fra quelle dell'Ag e del Pl, duro, denso 11,8. A calore rovente è malleabile e duttile, ma difficilmente fusibile. Esercita sui gassi una sufficiente azione catalitica. Si trova nativo nelle sabbie platinifere del Brasile; donde fu estratto da Wollaston nel 1803; ed ebbe il nome dal pianeta Pallade scoperto poco tempo prima.

21° *Cadmio* (Cadmium) Cd = 696,77. Bianco più grigio dello Sn, crepitante come questo, lucido, assai duttile e malleabile; più duro dello Sn, più volatile dello Zn, e denso 8,7. Alla temperatura ordinaria conserva lungamente nell'aria lo splendore metallico; al calor rosso si fonde, ma molto prima distilla, e il suo vapore arde con molta luce. Fu scoperto nel 1818 da Hermann e Stromeyer nella *calamina*, che è un minerale di Zn, e dagli antichi fu detta *cadmia*.

22° *Vanadio* (Vanadium) Vd = 856,84. Metallo rarissimo, scoperto l'anno 1830 in certi minerali di Fe della Svezia, da Sefström svedese, il quale anche gli cambiò il nome, che

prima ebbe di *eritonio*, in onore di Vanadis antica divinità scandinava. À l'aspetto di una massa fioccosa di color bianco argentino.

23° *Uranio* (Uranum) U = 750. À una lucentezza paragonabile a quella dell' Ag, e possiede una certa malleabilità. Non è alterato nè dall'aria, nè dall'acqua fredda, ma è combustibilissimo e brucia con vivo splendore. Nel 1787 Klaproth separò dal fossile *pechblenda* dei piccoli grani di color metallico, cui credè un vero metallo, e chiamò *Urano* in onore del pianeta scoperto da Herschel; ma nel 1842 Peligot trovò questo essere un composto e ne separò il metallo.

24° *Osmio* (Osmium) Os = 1242, 62. Grigio metallico, che talora cade nell'azzurrognolo, somigliante al Pl; ma ad elevata temperatura nell'aria o nell'acqua si trasforma, e manda un odore penetrante: donde il suo nome, tratto da *ὀσμη odore*. È un poco malleabile, ed anche friabile, difficilmente fusibile e volatile; denso 10; ma dalla densità attribuita da Rose alla sua combinazione coll' iridio può dedursi, che sia pesante più del platino, come pretende Breithaupt.

25° *Iridio* (Iridium) Ir = 1232, 08. È così chiamato, perchè le soluzioni dei suoi sali offrono i colori dell'iride. Talora à l'aspetto di masse spugnose, cenerognole, simiglianti al Pl; talora si ottiene aggregato in masse compatte, molto dure, ed atte a ricevere un bel pulimento. Quando è assai poroso à la densità 16; ma compatto deve esser denso più del Pl, perchè fa con questo un composto denso 22, 3: Breithaupt gli attribuisce la densità 23,64. Se fosse malleabile sarebbe assai utile; perchè non è attaccato nè anche dall'acqua regia, come lo sono pure i metalli nobili.

26° *Rodio* (Rodium) Ro = 651,96. È un metallo grigio somigliante al Pl, ma anche meno fusibile di questo; denso 10,6. Puro ed aggregato non è attaccato nè anche dall' acqua regia. Fu trovato in America combinato coll'Au.

27° *Rutenio* (Ruthenium) Ru. Metallo bigio, infusibile, non aggregabile a calor rovente, e difficilmente attaccabile dall'acqua regia; denso 8, 6; simile assai all' Ir, con cui per molto tempo fu confuso, ma assai meno pesante di esso. Si trovò recentemente nelle sabbie platinifere.

28° *Niobio* (Niobium) Nb. Rose nel 1846 trovò nella tantalite di Baviera, oltre il Ta, anche questo metallo; il quale à tanta simiglianza col Ta, che era stato scambiato con esso, e da Niobe suo figlio ebbe nome *Niobio*. Il suo aspetto è quello del carbone ottenuto dallo zucchero.

29° *Pelopio* (Pelopium) Pp. Metallo appena conosciuto. È stato anche questo confuso col Ta, e fu scoperto parimente da Rose nel 1846 nella tantalite di Baviera; e quindi ebbe il nome di *Pelopio*, tratto da quello di Pelope altro figlio di Tantalo.

30° *Ilmerio* (Ilmerium) Il = 750. È poroso ed à l'aspetto della filiggine; riscaldato all'aria si accende. Fu confuso col Ta, col Nb, e col Pp; ma Hermann nel 1847 lo distinse nella tantalite di Siberia.

31° *Tallio* (Thallium) Tl. L'inglese W. Croockes, analizzando (per mezzo del recentissimo *spettrometro*) la luce modificata dalla presenza di questo metallo, ne à ultimamente proclamata la esistenza; e Lamy professore di Fisica a Lilla lo à estratto, e preparato in verghe. Esso per le sue proprietà fisiche si avvicina al Pb; ed è denso 11,9. È morbido, assai malleabile, può tagliarsi col coltello, e cristallizza facilissimamente. Quando si striscia sopra un corpo duro, lascia una riga giallognola; e colorisce la fiamma del gasse con una tinta verde intensissima; quindi il suo nome tratto da θαλλός *ramo verde*.

II. Dei *metalli terrosi* al presente se ne contano dieci.

1° *Alluminio* (Alluminium) Al = 170,9. Deriva il suo nome da *allume*, sostanza molto conosciuta, in cui ritrovasi la terra detta *allumina*, donde questo metallo fu estratto; ed è uno dei corpi più sparsi alla superficie del globo. Infatti in moltissimi minerali esiste l'allumina: la quale è quasi pura nel zaffiro bianco, nel topazio, nel rubino, smeraldo, ed altre gemme orientali del genere dei corindoni; e ne è una varietà lo *smeriglio*. Anzi l'allumina combinata con altri composti è comunissima, e costituisce il feldspato, la mica, l'allume, le argille; le quali ad essa appunto debbono la loro untuosità. Il metallo ne fu separato la prima volta da Wöhler nel 1827, non perfettamente puro, e sotto forma di pol-

vere grigia, composta di pagliette cristalline. La quale col brunitoio acquista uno splendore simile a quello dello stagno, e riscaldata si accende al contatto dell'ossigene; in cui sviluppa tanto calore che la terra allumina (la quale indi si produce) ne resta fusa. Ma nel 1854 Saintclaire Deville isolò affatto il metallo Al da ogni sostanza eterogenea. In tale stato l'Al è splendido e duro al pari dell'Ag; e di un bel color bianco azzurrognolo; è assai duttile, elastico, e sonoro; à fusibilità media fra quella dello Zn e dell'Ag; ed è denso 2,67. Non è alterato nè dall'aria, nè dall'ossigene, sebbene sia recato al color rosso, ed assai difficilmente attaccato per fino dall'acqua forte. Insomma è il quarto metallo nobile dopo il Pl, l'Au, l'Ag.

2° *Zirconio* o *Giargonio* (Zirconium) Zr = 419,73. Si presenta sotto forma di una polvere grigia, interamente simile alla polvere di carbone, ed acquista la lucentezza del Fe. Si lascia comprimere in iscaglie simili alla grafite. Riscaldato all'aria libera piglia fuoco. Klaproth l'anno 1789 scoperse nei giacinti del Ceylan una terra, a cui diè nome *zirconia*, o *giargonia*; e da questa nel 1829 Berzelius estrasse il metallo Zr.

3° *Glucinio* (Glucium, Berillum) Gl, oppure Be = 87,12. Polvere grigia, poco fusibile, che riscaldata in contatto dell'aria diviene incandescente; densa 2,1. Vauquelin nel 1797 scoperse una terra nuova nel berillo di Siberia, e la chiamò *glucinia* da γλυκύς *dolce*: perchè unita a qualche acido dà sapore zuccherino. Da questa terra Wöhler nel 1827 trasse il metallo.

4° *Torio* (Thorium) Th = 743,86. È rarissimo, e si ottiene sotto l'aspetto di polvere pesante di color grigio carico, molto simile all'alluminio, e quasi inattaccabile dall'acqua forte. La torina, terra la più pesante di tutte, fu trovata da Berzelius in un minerale della Norvegia; e ricevè il nome da *Thor* antica divinità degli Scandinavi. Lo stesso Berzelius ne estrasse il Th.

5° *Ittrio* (Yttrium) Y = 402,31. Metallo scoperto recentemente, che si presenta in iscaglie dotate dello splendore e colore del Fe. Alla temperatura ordinaria non arruginisce nè

all'aria, nè all'acqua; acceso nell'aria o nell'ossigene arde, e dà l'*ittria*, trovata da Gadolin nel 1794 nelle vicinanze di Ytterby in un minerale, che fu chiamato *gadolinite*.

6° *Erbio* (Erbium) E. Metallo ritrovato recentemente, e poco noto. L'erbina fu trovata da Mosander nell'ittria.

7° *Terbio* (Therbium) Tb. Scoperto insieme all'E, allorquando Mosander riconobbe, che l'ittria è un miscuglio di tre terre, una delle quali ritenne il nome di ittria, e le altre due si denominarono una *erbina*, e l'altra *terbina*; quindi il Tb.

8° *Cerio* (Cerium) Ce = 375. Metallo, le cui proprietà sono poco note; e che fu ritrovato da Berzelius in un minerale, conosciuto fin lì sotto il nome di *pietra grave*, ma dappoi denominato *cerite*, per ricordare che da esso fu tratto il nuovo metallo, quasi nel medesimo tempo, in cui Piazzi scoprì il pianeta Cerere.

9° *Lantanio* (Lanthanum) La = 600. Trovato da Mosander, unitamente al seguente metallo, nella cerite; in cui Berzelius avea creduto contenersi la sola terra avente per base il Ce.

10° *Didimio* (Dydymium) D. Il terzo dei metalli, che Mosander trovò nella cerite, quando ebbe a riconoscerla come una terra triplice.

III. Dei *metalli alcalino-terrosi* se ne conoscono quattro.

1° *Magnesio* (Magnesium) Mg = 158,14. Da cent'anni in qua si conosce una terra chiamata *magnesia alba*, perchè creduta atta ad estrarre, a guisa di calamita (magnes), i cattivi umori dal corpo umano. Da essa appunto nel 1831 Bussy estrasse questo metallo. Il quale è duro, di tessitura lamellare e granulosa; à il colore e la lucentezza dell'Ag, ma tendente al torchino, una certa duttilità ed alterabilità nell'aria umida; e densità 1,7. Riscaldato nell'aria brucia, e nell'ossigene scintilla come il Fe.

2° *Calcio* (Calcium) Ca = 250. È un metallo assai sparso in Natura, bianco, lucente, simile all'Ag, e poco fusibile; il quale assorbe prontamente l'ossigene dell'aria, e scompone vivamente l'acqua. Fu ottenuto da Davy, il quale nel 1807 lo estrasse dalla calce colla corrente elettrica (di cui a suo luogo); nè finora si conosce altra maniera di ottenerlo.

3° *Bario* (Barium) Ba = 858. Somiglia in colore e lucentezza l'Ag; è dotato di una certa malleabilità; si fonde al calor rosso, ma è poco volatile; si ossida rapidamente all'aria, e scompone l'acqua. Liquido è poco più denso dell'olio di vitriuolo concentrato, cioè 2,1; ma i suoi composti sono assai pesanti, quindi il suo nome, che proviene da βαρύς. Scheele nel 1774 da quel minerale, che è conosciuto sotto il nome di *spato pesante*, e trovasi anche a Monte Paterno presso Bologna, ottenne la terra, che fu chiamata *barite*; dalla quale Davy nel 1807 colla corrente isolò il Ba.

4° *Strontio* (Stronthium) Sr = 548. Metallo assai somigliante al Ba. Nel minerale detto strontianite, perchè trovato al capo Strontian in Iscozia, Klaproth ed Hope nel 1793 trovarono la *strontiana*: Davy nel 1807 coll'elettricità ne trasse lo Sr.

IV. I *Metalli alcalini* al presente sono cinque.

1° *Potassio* (Kalium) K = 489. Metallo piuttosto abbondante, ma sempre combinato. Si trova tale nel sugo delle piante vegetanti lungi dal mare, in molti minerali costituenti le rocce cristalline, e nel terreno vegetale. È di un bel colore bianco argentino; ma presto si offusca, combinandosi coll'ossigene dell'aria. Alla temperatura inferiore a 0° è un poco fragile, e mostra indizii di cristallizzazione; sopra 15° è molle, sopra 50° brucia con fiamma violetta, a 55° si fonde, e somiglia l'Hg; al calore rosso evapora in un gasse verde di smeraldo. Gettato nell'acqua scorre su questa, in forma di una sfera di fuoco accompagnata da fiamma violacea: dacchè decompone l'acqua per assorbirne l'ossigene; quindi la parte emergente si arroventa, e determina la combustione dell'idrogene, che è quanto dire la formazione dell'acqua. Così traduconsi in fatto due cose credute impossibili, ed espresse da Ovidio nel noto pentametro:

Unda dabit flammas; et dabit ignis aquas.

Il K alla temperatura ordinaria à la densità 0,865. Davy nel 1807 lo trasse dalla potassa colla corrente elettrica.

2° *Sodio* (Natrium) Na = 287,17. Rassomiglia molto al K, ed è assai abbondante: poichè rinviensi in tutti i tre regni

della Natura; ma specialmente nei sughi delle piante marine, nelle acque salate, ed in molti minerali. A bassa temperatura è fragile, e la sua frattura è cristallina; a 15° è molle, verso 60° si lascia modellare come la cera, a 90° si fonde, al calor rosso volatizza. Tagliato di fresco pare Ag; un suo frammento gettato nell'acqua si fonde in un globetto lucente; alla temperatura ordinaria à la densità 0,97. Il suo nome deriva da νίτρον *lisciva*, e questo da νίζω, νίπτω *corrodere*, *lavare coi corrosivi*. Fu isolato da Davy come sopra.

3° *Litio* (Lithium) Li = 81, 66. È assai scarso in Natura, e poco conosciuto; ma le sue proprietà fisiche sono molto analoghe a quelle del K, e del Na. La litina fu scoperta nel 1817 da un Chimico svedese per nome Arfwedson nel minerale detto *petalite*; e dalla litina Davy estrasse il Li colla corrente elettrica.

4° *Cesio* Cs = 1362. Ritrovato ultimamente dai tedeschi Bunsen e Kirchhoff a Durkheim in certe acque minerali. Questi sono stati i primi ad applicare alla scoperta di corpi nuovi la legge della varietà delle strie di uno spettro, prodotto da una luce, per la quale trapassi il vapore di una diversa sostanza. E con tal metodo appunto ànno distinto questo metallo assai analogo, per le sue proprietà chimiche, al potassio.

5° *Rubidio*. Rb. Scoperto parimente da Kirchhoff e Bunsen col loro strumento chiamato lo *spettrometro*; di cui si farà un cenno nel Trattato della Luce, cioè nella seconda Sezione della Parte Seconda (**29**. II. 3°).

V. I *metalli meno conosciuti*, ed i quali non sono ancora stati classificati, sono due. Di questi convien contentarsi di sapere i nomi.

1° *Norio* si chiama uno;

2° *Donario* dicesi l'altro.

VI. I *metalloidi*, o corpi semplici non metallici, sono quindici; nove dei quali sono solidi, uno liquido, e cinque aeriformi.

1° *Arsenico* (Arsenicum) As = 937, 5. È del colore del Fe, fragile, combustibile, di densità 5,8, di lucentezza metallica; ma all'aria si ricopre di una polvere nerastra, e bruciando forma quella sostanza che è comunemente conosciuta sotto nome di *Arsenico*. Riscaldato al rosso scuro evapora

in tanta abbondanza, da divenir prima aeriforme che fuso. Il suo vapore è scolorito, à odor d'aglio, densità 0,1037, e si depone in forma di cristalli brillantissimi romboedrici.

2° *Tellurio* (Tellurium) Te = 801, 76. Bianco argentino, assai simile all' Sb, splendido come un metallo, fragilissimo, denso 6, 26, brucia all' aria con fiamma azzurrina, e con odore suo singolare. Ad altissima temperatura evapora, al calor rosso si fonde, raffreddato acconciamente assume una tessitura cristallina romboedrica. È molto raro, ma talvolta si trova nativo. Müller di Reichenstein lo scoperse nel 1782 nelle miniere d' Au della Transilvania, e Klaproth ne svelò le proprietà.

3° *Selenio* (Selenium) Se = 495, 28. È di color bruno carico, di frattura concoide e vetrosa, di densità 4, 3; dove è abbastanza sottile è pellucido per luce rossa; brucia con fiamma gialligna, spandendo odore di rape fracide. A 200° è liquido bruno cupo, a 700° è vapore gialliccio; prima di solidarsi è viscoso, e allora si può tirare in fili sottilissimi. Fu scoperto nel 1817 da Berzelius.

4° *Iodio* (Iodium) I = 1586. Questa sostanza fu ritrovata nel 1812 da Courtois, e poi caratterizzata da Gay-Lussac. È in pagliette di color grigio carico, fornite in alto grado di splendore metallico; denso 4, 9; à odore singolare; cristallizza per soluzione e per sublimazione; ed è uno dei più forti veleni. In poca quantità tinge una massa considerevole di amido in azzurro assai carico; a 107° diviene un liquido quasi nero, a 180° bolle; a temperatura ordinaria manda vapori violetti, quindi il suo nome derivato da ἰώδης *violetto*.

5° *Carbonio* (Carbonium) C = 75. È un corpo assai sparso in Natura, perchè fa parte di tutte le sostanze organiche; costituisce quasi interamente la grafite, la piombaggine, o miniera di lapis; meschiato a sostanze eterogenee costituisce il carbone, il litrantace o naturale, o arso a coperto dall'aria (cioè coak), e in tale stato ci viene offerto abbondantemente nel carbon fossile, nelle torbe, e nelle legniti depositate in quasi tutte le parti della Terra. Il carbonio puro e cristallizzato si chiama diamante; à per forma primitiva l'ottaedro regolare, e densità 3, 5; è il durissimo dei corpi, ri-

flette la luce colla massima vivacità; è scolorito, infusibile, ed insolubile; ma nella ghisa a temperatura altissima si scioglie, e precipita sotto forma di grafite.

6° *Solfo* (Sulphur) S = 200. Anche questo è abbondantissimo; riempie i crateri di vulcani estinti, e nei paesi vulcanici si trova anche nativo e cristallizzato. È giallo, all'aria brucia con fiamma azzurra, spandendo un odore soffocante conosciuto; denso 1, 99. Sopra 111° si fonde in un liquido limpidissimo di color giallo canario, al di là di 200° è totalmente vischioso, più caldo ritorna fluido, a 400° bolle: raffreddato, prima di raggiungere la temperatura in cui è divenuto liquido, (per una proprietà tutta sua) convertesi in solido; e ciò immediatamente, cioè senza trapassare per lo stato pastoso: cristallizza in prismi obliqui a base romboidale assai brillanti.

7° *Silicio* (Silicium) Si = 266, 82. È uno dei corpi più sparsi in Natura, ed è la base della silice; la quale, quando è pura e cristallizzata, costituisce il cristal di monte od il quarzo ialino, e quasi in totalità certi banchi petrosi detti gre, le opali, le agate, l'ametista, le sardoniche, le corniole, i quarzi resiniti, i diaspri, la pietrafocaia, il tripolo, la sabbia; e mista a maggiori dosi di altre sostanze forma il granito, il porfido, ed il terreno vegetale. Allo stato di purezza, nel quale fu ottenuto primieramente da Berzelius, si presenta sotto forma di una polvere bruna, ed infusibile, che riscaldata in contatto dell'aria si infiamma e si converte in silice; ma in vaso chiuso al calor rosso non si fonde, ed acquista uno stato allotropico.

8° *Boro* (Boron) Bo = 136, 15. Polvere bruna, insipida, inodorabile, finissima, insolubile nell'acqua, che stropicciata sulla carta vi lascia una macchia verdastra; che non si fonde al calor rosso, ma solo coll'elettricità, ed in contatto dell'aria prende fuoco. In Natura è sempre combinato all'ossigene. Fu scoperto simultaneamente in Inghilterra da Davy, e in Francia da Gay-Lussac e da Thénard.

9° *Fosforo* (Phosphorus) Ph = 400. Scolorito e traslucido, gialliccio quando è impuro; duro e fragile a 0°; alla temperatura ordinaria denso 1,77, molle e flessibile; a 44° si fon-

de, a 290° bolle; da una fusione, fatta sotto acqua, di 2 parti di Ph, ed 1 di S precipita in dodecaedri romboidali. Riscaldato a 60°, oppure strofinato prende fuoco nell'aria; e però à dato occasione alla invenzione dei solfanelli detti *fosforici* [1], i quali appunto per sua virtù si infiammano colla sola attrizione; ma bisogna guardarsi dalle sue scottature, che sono dolorosissime e pericolose. Nell'aria soffre continuamente una lenta combustione, e manda un fumo che nell'oscurità è luminoso; e così dopo un certo tempo sparisce affatto, e però si conserva nell'acqua. I segni tracciati col Ph sono per qualche tempo luminosi come fuoco, quindi il suo nome derivato da φῶς (*luce*) φορος (*portatore*). Esposto alla luce solare anche nel vuoto rosseggia, e soffre una modificazione isomerica, sotto la quale offre proprietà tutte nuove. Infatti allora non si altera più all'aria, non divien luminoso che a 200°, non si fonde più che a 250°, a 260° riprende la sua forma primiera. Fu trovato per la calcinazione dei residui dell'evaporazione dell'urina nel 1669 da Brandt, alchimista di Amburgo, il quale tenne secreto il suo processo. Ma Kunckel alcuni anni appresso lo scoprì; Galin e Scheele nel 1769 trovarono che era contenuto in gran copia nelle ossa degli animali, e suggerirono il modo di estrarnelo.

10° *Bromo* (Brom) Br = 1000. Questo è l'unico corpo semplice non metallico, che alla temperatura ordinaria sia liquido. È di color rosso bruno assai carico, di densità 2,97, e di odore assai disgustoso, donde à tratto il nome: perchè βρῶμος significa *fetore*. Attacca vivamente gli organi della respirazione, congela a — 20° in massa cristallina lamellare di una tinta grigia, bolle a 47°, volatizza prontamente. Fu scoperto nel 1826 da Balard nelle acque madri delle saline del Mediterraneo.

1 Dapprima erano solfanelli comuni con fosforo, ossia fuscellini intrisi per una estremità nel solfo, e poi intinti appena nel fosforo. Ma questi erano pericolosi e divenivano inetti, ove non fossero conservati perfettamente chiusi. È assai diminuito questo difetto adoperando, invece del fosforo puro, una pasta formata di questo e di clorato di potassa o certi ossidi di piombo o di manganese. Siccome questi esplodono, così si è ridotto il clorato ad una tenuissima quantità, e sostituito il di più con un azotato pur di potassa, che li fa ardere tranquillamente.

11° *Fluoro* (Fluor) Fl = 235,43. Non si conoscono le proprietà singolari del fluoro isolato; non perchè non si possa separarlo, ma per la sua grande affinità colle sostanze dei vasi, in cui è contenuto, mentre intacca vivamente il vetro e tutti i metalli. E però non è stato ottenuto fin qui che in vasi di spato fluore opportunamente incavato, sotto forma di un vapore scolorito.

12° *Cloro* (Chlor) Cl = 443,2. È un vapore denso 2,44, ossia circa due volte e mezzo più dell'aria, si distingue da tutti gli altri corpi ordinariamente aeriformi, perchè è l'unico che sia colorito. È giallo verdastro, o grecamente χλωρός. Respirato in piccola quantità provoca la tosse: esponendosi alla sua azione lungamente, si soffre anche di sputi di sangue: finalmente è un veleno. À un'altra singolarità, ed è di essere sostegno di qualche combustione, poichè parecchi corpi, e fra gli altri l'As, si accendono, se vengan ridotti in polvere fina e gettati dentro di esso. L'acqua ne discioglie due volumi uguali al suo. Sotto la pressione di 5 atmosfere si converte in un liquido denso 1,33. Ma non si è potuto mai solidare. Fu scoperto nel 1774 da Scheele. Fino agli ultimi tempi fu tenuto e chiamato *acido muriatico ossigenato*. È adoperato come *decolorante* per l'imbiancamento dei tessuti vegetali, e delle carte; e come *disinfettante* a purificare l'aria, e distruggere i miasmi organici.

13° *Ossigene* (Oxygenium) O = 100. Vapore scolorito, senza odore, nè sapore; densità 1,10563. È assai diffuso in Natura, ma sempre unito a qualche altro corpo. Infatti è uno dei componenti dell'acqua, dell'aria, di tutte le terre, e di tutte le sostanze organiche. È anche utilissimo; perchè è l'elemento essenziale della respirazione degli animali, e il *vero agente* comburente in tutte le combustioni. Infatti, se si eccettuino pochissimi combustibili che possono bruciare anche nel gasse Cl, il sostegno generale delle combustioni è l'ossigene. E così, poichè per le esterne apparenze questo aeriforme non differisce dall'aria, il modo di riconoscerne la presenza è tentare se l'esca accesa, o il lucignolo ancor rovente di una candela smorzata si infiammino, o i varii combustibili ardano assai rapidamente e vivamente nel gasse

Digitized by Google

ignoto. Deve il suo nome di *generatore degli acidi*, preso da ὀξύς (*acido*) e da γεννάω (*genero*), all' esser esso l'elemento che dà il sapor acido all'aceto, all'agro di limone, all'acqua forte, in generale a tutti gli acidi. Fu scoperto nel 1774 da Priestley, ed ottenuto nel tempo stesso da Scheele e da Lavoisier.

14° *Idrogene* (Hydrogenium) H = 12,5. Da ὕδωρ (*acqua*) e γεννάω (*genero*) à tratto il nome questo gasse, che unito all'O produce l'acqua. È scolorito e senza odore, se è puro, ed è il leggerissimo de' corpi, poichè à la densità 0, 0692, ossia è 14 volte e mezzo men pesante dell' aria. Non sostiene la combustione dei corpi, ma esso è infiammabilissimo, e però fu detto *aria inflammabile*, o *flogogene*; la sua fiamma è pallida, ma calorosissima, specialmente se venga prodotta nell'O puro, e però la fiamma ossidrogenica si adopera per fondere i corpi meno fusibili. Poco dopo scoperto, cioè nel 1776 Cavendisch ne manifestò le principali proprietà.

15° *Azoto* o *Nitrogene* (Azotum, Nitrogenium) Az o N=175. Gasse scolorito, senza odore, nè sapore; densità 0,9713; nè infiammabile nè comburente; e inetto alla respirazione, donde il nome derivato da α particella privativa, e ζῶν (*vivente*). Siccome poi coll'O forma un corpo che combinandosi colla K costituisce il noto sal nitro, così da νίτρον e γεννάω si chiama anche *Nitrogene*. Lavoisier pel primo provò che l' aria era costituita da due diversi aeriformi, uno che esaltava tutte le combustioni o le respirazioni, ed era l'O; l' altro che estingueva le combustioni, e respirato uccideva per mancanza di O assolutamente necessario alla vita degli animali, ed era appunto l'Azoto.

58. Considerazioni generali sui corpi semplici.— I. COROLLARII. 1° Dunque al presente si conoscono certamente 65 e forse 67 corpi semplici; dei quali 15 sono metalloidi, o non metallici, 5 sono metalli alcalini, 4 sono alcalino-terrosi, 10 terrosi, 31 metalli senza più, e 2 non ancora classificati.

2° Dunque gli elementi dei corpi non sono precisamente quattro. Può essere che alcuni dei 67 corpi, che fin qui ànno resistito ad ogni decomposizione, possano un giorno

risolversi in più sostanze ponderabili diverse; può essere che si venga, quando che sia, a scoprire qualche sostanza nuova risultante da elementi non ancor conosciuti; può essere che qualche corpo, il quale si mostra distinto da tutti, non sia che una modificazione di un altro. Ond'è che il numero dei corpi elementari può col tempo aumentare, e non è impossibile che invece diminuisca. Ma certamente gli elementi non sono esattamente quattro; anzi, stando a quello che ci insegnano gli esperimenti, non vi è ragione per negare che essi non sieno più decine.

II. SCOLII. 1° Abbiamo già accennato che Davy decompose varie terre colla corrente elettrica. Ora in questa (come vedremo a suo luogo) vi è un polo positivo, ed uno negativo; e dei due corpi analizzati uno va al primo, e l'altro al secondo. Oltre ciò i due corpi, che si riuniscono, si paralizzano a vicenda, uno cioè distrugge le proprietà dell'altro; come nel calcolo fanno le quantità positive colle negative. Quindi dei due corpi, i quali combinansi fra di loro, uno si ritiene per *positivo*, ed è quello che si raccoglierebbe al polo elettrico negativo; l'altro poi si considera e chiama *negativo*. Ma questa loro qualità (che spesso si esprime coi simboli +° e —°) dee prendersi, come ogni proprietà particolare, in un senso puramente relativo [1]: perchè ogni corpo (meno il più +° di tutti, che si ritiene essere il K, ed il più —°, che è l'O) può fare da —° verso quelli che (nella

[1] CATALOGO DEI CORPI SEMPLICI

DISPOSTI SECONDO L'ORDINE DELLA LORO NEGATIVITA' E POSITIVITA'.

1. O—°	8. S	15. As	22. Ta	29. Ro	36. Pb	43.	50.	57.
2. N	9. Ph	16.	23. Va	30. Ag	37. Cd	44.	51.	58.
3. H	10. C	17. Cr	24. Pl	31. Hg	38. Ni	45. Ce	52.	59.
4. Cl	11. Bo	18. Mo	25. Au	32. Cu	39. Co	46. Zr	53. Mg	60.
5. Br	12. Si	19. Tu	26. Ir	33. O	40. Fe	47. Y	54. Ca	61. Li
6. I	13. Se	20. Sb	27. Os	34. Bi	41. Zn	48. Gl	55. Sr	62. Na
7. Fl	14. Te	21. Ti	28. Pd	35. Sn	42. Mn	49. Th	56. Ba	63. K+°

lista o scala della loro positività e negatività) lo seguono, e da +° per quelli che lo precedono.

2° Si è trovato che i più negativi sono i metalloidi; poi vengono i metalli ed i metalli terrosi, quindi i metalli alcalino-terrosi; e che i più positivi sono i metalli alcalini.

3° Fra i corpi semplici il Cl, il Br, lo I, il Fl si dicono con nome comune *alogeni*. Ma è chiamato *alogene* anche un composto di H e C, che è conosciuto sotto il nome di *cianogene*.

4° I semplici, che costituiscono quasi in totalità le sostanze organiche, sono l'O, il N, l'H, ed il C: e questi ànno il nome comune di *elementi organògeni*.

5° Gli equivalenti chimici o pesi atomici (☞ I. 16°) non sono finalmente che i numeri rappresentanti le quantità in peso di ciascun corpo semplice, le quali (come vedremo nell'Articolo seguente) possono sostituirsi una all'altra nelle combinazioni. Or bene; è convenzione molto generalmente ricevuta, che questi equivalenti sieno valutati in confronto al peso 100 di O; il quale entra nella maggior parte delle combinazioni: questa convenzione noi abbiamo seguito. Ma v'à dei Fisici, specialmente tedeschi, i quali assumono per unità l'H, cioè il più leggiero corpo che si conosca; al quale nella sopraddetta convenzione spetta l'equivalente 12,5. È facile peraltro tradurre gli equivalenti del primo sistema nel secondo: basta moltiplicarli per 0,08. Così l'equivalente dell'H sarà 1, quello dell'O sarà 8, e via dicendo.

6° V'è qualche sostanza semplice che sembra assai diversa da sè medesima, non solo quanto ai caratteri fisici, ma sì anche nelle sue chimiche qualità. L'O verbigrazia, sottoposto all'azione dell'elettrico, acquista delle affinità che prima non avea; cioè decompone energicamente la combinazione di I col K; si combina con corpi, che in ogni altra occasione sarebbero affatto restii ad unirvisi, o che già se ne erano, dirò così, saturati; imbianca i tessuti vegetali; irrita viemaggiormente i polmoni, e manda un odore tra solforico e fosforoso, pel quale à ricevuto il nome di *ozono*. È questo particolare stato dei corpi, che passa sotto il nome di *modificazione allotropica*.

7° Quanto è mai ricca e liberale la Natura a nostro riguardo! Quanto essa è mai copiosa di mezzi a provvedere ai numerosi ed incessanti bisogni delle creature! Quanto essa è mai cortese de' suoi doni, e doviziosa di ogni sorta di bellezze, di piaceri, e di allettamenti! I soli elementi primi, che poi combinandosi fra loro in mille e mille maniere dànno origine ad un numero senza numero di materie diversissime, i soli ponderabili elementi, anzi i soli metalli semplici sono assai numerosi ed abbondanti. Ve n'à per gli strumenti delle arti meccaniche, e per le arti belle; ve n'à per la navigazione, e per la medicina; ve n'à per gli utensili i più indispensabili, e per i più sontuosi abbigliamenti; ve n'à pel rappresentante dei valori, o veicolo degli scambii, e per le melodìe della musica; ve n'à per l'aratro del bifolco, per la spada del guerriero, pel bulino dell'artista, per la penna del dotto, per le tetta, pei parafulmini, per le campane, pei serrami,...; in breve ve n'à per tutto e per tutti; e comechè l'uomo ne usi, e ne scimpi, mai vengon meno. Ed io sarò ingrato a tanti favori? non riconoscerò la bontà di sì prodigo Benefattore? non glorificherò una Provvidenza cotanto munifica ed amorevole?

ARTICOLO II.

CORPI COMPOSTI.

59. Nomi e simboli dei binarii di prim'ordine.— Esaurita la descrizione dei corpi semplici, prima di passare alla determinazione delle loro più importanti combinazioni, è utile esporre la classificazione de' primi loro composti, non che la nomenclatura e le formole adottate a rappresentarli.

I. LEGGE. *Un composto inorganico non è che il risultato di due elementi, i quali o sono semplici, o sono decomponibili in altri due.* In questa legge consiste il *dualismo chimico*.

II. DEFINIZIONI. 1ª Ogni composto inorganico si chiama un *binario*.

2ª Dicesi *binario di prim' ordine* il composto di un elemento semplice, e di un altro o semplice o composto.

3ª È chiamato *binario di second' ordine* od anche *sale* il composto di due binarii di prim' ordine.

4ª Il composto di un binario di second' ordine con un binario di primo o second' ordine chiamasi *binario di terz' ordine*, o *sale doppio*, o *sale composto*.

5ª Alcuni risultati organici od inorganici di due o tre semplici ànno sapore acido, grande affinità per gli àlcali, ed arrossano le sostanze azzurre vegetali, come lo sciroppo di viole. Questi sono detti *acidi*.

6ª Gli acidi che contengono O si chiamano *ossiacidi*.

7ª Altri invece ànno le proprietà degli àlcali, e restituiscono ai vegetali il colore lor tolto dagli acidi, o almeno ànno per questi ultimi grande affinità. Sono chiamati *basi*.

8ª Se le basi sono composti organici chiamansi *basi salificabili organiche*, od *alcaloidi organici*.

9ª Alcuni altri composti possono combinarsi ugualmente bene con un acido o con una base; oppure anche non fanno mai nè da acidi, nè da basi. Questi ànno ricevuto l'appellazione di *indifferenti*.

10ª Si dice *formula chimica* una certa espressione simbolica, rappresentante la qualità e quantità dei componenti di un composto.

III. SCOLII. 1° Fra i composti, gli acidi si considerano come negativi, e le basi si ritengono per positive.

2° Si avverta che non sono ritenuti per basi o per acidi quei soli corpi, che ànno proprietà tanto spiccatamente contrarie, come suppongono le superiori definizioni. Ond' è che in difetto del sapore, e della tintura dei vegetali, a decidere che un corpo sia base, basta cercare se abbia più affinità per qualche acido riconosciuto che per le basi: e viceversa ad iscrivere un composto fra gli acidi è sufficiente accertarsi della sua maggiore affinità per qualche base certa, che per gli acidi.

3° Dapprima ciascun composto aveva un nome proprio: ma recentemente si è convenuto di chiamare le combinazioni coi nomi dei componenti, terminati in modo, oppure preceduti da tali preposizioni da indicare con ciò solo (almeno relativamente) anche la loro quantità. Si eccettuano le terre,

le quali ritengono gli antichi nomi di *calce*, *barite*, *strontiana*, *magnesia*, *ittria*, *glucina*, *allumina*, *silice*: perchè si sa che ogni terra è la combinazione dell' O con un metallo, il cui nome è una leggiera variante del nome volgare della terra medesima.

4° Ma eccettuato questo caso e pochissimi altri, il composto basico o indifferente di due semplici si domanda con due parole, la prima delle quali è il nome proprio dell' elemento —°, a cui si dà l' uscita in *uro*; e l' altra è quello del +°, che si mette in genitivo. Per esempio il cianogene si chiama *nitruro* o *azoturo di carbonio*, il sal marino dicesi *cloruro di sodio*.

5° Quando il —° può entrare in combinazione collo stesso +° in diverse proporzioni, si usano le particelle *proto*, *sesqui*, *bi*, *tri*, ecc., per indicare che del —° ve n' è una dose, una e mezzo, due, tre, ecc. Così protosolfuro di ferro, e bisolfuro di ferro significano due composti di solfo e ferro, nei quali le quantità dello zolfo stanno fra loro come 1:2.

6° Se poi alla stessa quantità del —° si unisca una doppia, tripla ecc. dose del +°; allora il nome di questo diventa aggettivo colla desinenza in *ico*, e gli si premettono le particelle *mono*, *di*, *tri*, *tetra*, *penta*, ecc. Esempigrazia *nitruro triidrico* indica un composto di N ed H, nel quale l' H è in quantità tripla di quella che contiensi nel *nitruro monoidrico*.

7° Che se il composto, che risulta da due semplici, sia un acido, e non contenga O, il suo nome si forma dal nesso dei suoi elementi, premessa la parola acido; dicendosi *acido cloroidrico*, *iodidrico*, ecc.

8° Si fa eccezione per l' O. Il nome del quale, se dà per composto una base, si premette colla terminazione in *ido*, dicendo *ossido* invece di ossiuro; se dà un acido, non si nomina affatto, e vi si sostituisce la parola *acido*: perchè tutti quasi gli acidi essendo composti di O, questo vi si può sempre sottintendere. Il nome poi del +°, invece di metterlo in genitivo, si ama di farlo uscire o in *ico* o in *oso*, secondo che l' elemento —° è in maggiore o minor quantità. L' acqua forte, a modo d' esempio, che è un acido risultante da molta quantità di O, e da Az, si domanda *acido*

azotico, o *nitrico*; la silice, che si tiene per un acido composto di molto O, e Si, à nome anche *acido silicico*; un acido, formato di Az o N e minor quantità di O, si denomina *acido nitroso;* una base, formata cogli stessi elementi ma con una dose di O minore, si chiama *ossido nitrico*; e dicesi *ossido nitroso*, se l'O sia anche in minor quantità.

9° Anche nel caso dell' O per esprimere una, una e mezzo, due, la massima proporzione del —°, nel caso di una base o di un indifferente si premette *proto*, *sesqui*, *deuto* o *bi*, *trito*, ecc., oppure anche *sopra* o *per;* nel caso poi di un acido, il minor grado del —° si esprime premettendo *ipo*, il massimo si indica anteponendo *iper*. Per esempio si dice *protossido*, *sesquiossido*, *deutossido*, *biossido*, *perossido di manganese; acido iponitroso*, *acido iperclorico*. Ma gli ossidi che contengono meno O del protossido chiamansi *ossiduli*, o *subossidi*; come è chiamato *subacido* quello, in cui ritrovasi la minor dose del —°.

10° Quanto ai composti inorganici, che risultano da tre elementi, poichè questi ànno un componente binario, coi nomi dei due elementi più —' si fa un nesso escente in *uro*, e vi si aggiunge in genitivo il nome dell' altro; per esempio *iodosolfuro d'arsenico* vuol dire un composto di solfuro d'arsenico con iodio.

11° Si noti che nei corpi organici la regola fondamentale della nomenclatura chimica, proposta nel 1782 da Guyston-Morveau, la quale consiste nell'indicare i composti col nesso del nome dei componenti, non suole osservarsi; ma ve n'à un'altra, che vale per le combinazioni di tre e quattro elementi, ed è diversa secondo che il composto è un acido, o una base, o un indifferente. Nel primo caso il composto si chiama dal nome della sostanza animale o vegetale, da cui è tratto, dandogli la desinenza in *ico*, e premettendovi la parola *acido*. Però diciamo *acido citrico* l'acido estratto dal limone, *gallico* quello che ottiensi dalle noci di galla, e *lattico* quello tratto dal latte. Nel secondo caso il nome del composto viene desunto il più delle volte da qualche sua proprietà, o dalla pianta, o dall' animale, o dall' organo particolare in cui ritrovasi, e si fa uscire in *ina*. Perciò siamo soliti di chia-

mare *morfina* la sostanza estratta dall'oppio, *chinina* quella che traesi dalla china, *cholesterina* la base che si ricava dalla bile degli animali. Nel terzo finalmente i composti conserveranno i loro nomi proprii o nella loro varia e particolare desinenza, o facendoli terminare in *ina*. E però dirassi: zucchero, acquarzente, albumina, gelatina [1].

12° Venendo ora alle formule, onde sono rappresentati i composti, principieremo dal ricordare che, per indicare un equivalente di un dato semplice, basta scriverne il simbolo. Or bene: per definire un composto si scrivono uno dopo l'altro i simboli de' suoi componenti, premettendo (all'opposto dell'uso della nomenclatura) quello del +°; e vi si appone a modo di esponente aritmetico, oppure alquanto in basso, il numero esprimente quanti equivalenti vi sieno di quel semplice che porta l'esponente. A cagion d'esempio per KO si vuole indicare la potassa, che è un composto di 489 di potassio, con 100 di ossigene; per SO^3 oppure SO_3 si vuole significare l'olio di vitriuolo, o l'acido solforico, che è una combinazione di un equivalente di solfo con tre equivalenti di ossigene, ossia solfo 200, ed ossigene 300. Se poi si voglia che un esponente appartenga a più simboli, si premette a questi alla maniera di coefficiente.

13° Berzelius propose di sopprimere per brevità i simboli dell' O, e del S, sostituendo invece sul simbolo dell' altro componente tanti puntini per l' O, e tanti accenti pel S, quanti sono gli equivalenti dell'O, o del S; od anche tagliando piuttosto il detto simbolo con una lineetta nel caso di O con esponente 2. L'acido solforico secondo la notazione comune à per formula SO^3, secondo la berzelliana $\dot{S}$.

1 Alcuni composti di N sogliono essere chiamati col nome volgare: così il nitruro di carbonio dicesi *cianogene*, il nitruro biidrio è detto *amido*, *ammoniaca* il nitruro triidrico, ed *ammonio* il nitruro tetraidrico. Anche i Chimici chiamano *acqua*, e spesso simboleggiano con Aq il protossido d' idrogene, dicono *soda* il protossido di sodio, e l' ossido di litio denominano *litina*. Oltre ciò fino a questi ultimi tempi i binarii gassosi contenenti idrogene sono stati abusivamente rappresentati premettendo l'elemento +°, e dando al —° l' uscita in *ato*: dacchè invece di bicarburo d' idrogene e di acido solfoidrico si soleva dire *idrogene bicarbonato*, *idrogene solforato*.

14° A completare finalmente l'esposizione delle formule adottate per rappresentare concisamente i composti, è necessario aggiungere che i Mineralogi adoperano una notazione alquanto diversa. Essi pure sopprimono, come Berzelius, il simbolo dell'ossigene; ma per maggior evidenza, invece di sovrapporvi i puntini, scrivono in corsivo il simbolo dell'altro componente. Anzi per una minor quantità di O il corsivo è anche minuscolo, e per una maggiore è maiuscolo. Per esempio il *Ca* dei Mineralogi è il CaO dei Chimici; per *k* quelli intendono il KO di questi; *fe*, *Fe*, *mn*, *Mn* sono lo stesso che FeO^2, FeO^3, MnO^2, MnO^3.

60. Nomi e formule dei binarii di secondo o più alto ordine. — Già sappiamo (**59**. I.) che cosa sia un binario di secondo, o più alto ordine; e che un binario di second'ordine è detto *sale*; e *sale composto* o *doppio* vien chiamato un binario di terzo o quarto ordine. Ora annuncieremo le distinzioni, le altre denominazioni, e le formule adottate dalla moderna Chimica relativamente a questi binarii.

I. DEFINIZIONI. 1ª I composti di un alogene (**58**. II. 3.) con un metallo, come sarebbe il sal marino, in commercio si chiamano *sali*; e nella scienza, per distinguerli dai binarii di second'ordine, sono denominati *sali aloidi*.

2ª I moderni Chimici dicon *sali* senz'altro, e talora *sali amfidi* i composti di un acido (**59**. II. 5ª) con una base (**59**. II. 7ª).

3ª È chiamato *sale neutro* quello, nel quale le proprietà dell'acido e le proprietà della base rimangono del tutto occulte; e quello ancora, che nella sua composizione è analogo ad un sale congenere, in cui le dette proprietà sono affatto latenti.

4ª *Sale acido* o *soprasale* dicesi quello, in cui ritrovasi una quantità di acido maggiore che nel sale neutro.

5ª *Sale basico* o *sottosale* è denominato quel sale, in cui la base è in quantità maggiore che nel sale neutro.

6ª Viene chiamato *ossisale* quello, che risulta dalla combinazione di un ossiacido (**59**. II. 6ª) con un ossido metallico.

7ª Suol dirsi *equivalente composto*, o *equivalente di una sostanza composta* la somma degli equivalenti dei componenti. Così l'equivalente dell'acqua è 112,5.

8ª Le formule, che per mezzo dei segni mostrano come

sono combinati insieme gli elementi di un composto, ànno avuto il nome di *razionali*.

9ª Son dette *empiriche* quelle formúle, le quali non rappresentano altro che la qualità, e la quantità degli elementi del composto.

II. SCOLII. 1° La moderna nomenclatura dei sali è fondata sulla regola, che si debba esprimere il nome dell'acido, quello della base, ed il grado di acidità o basicità. Quanto all'elemento negativo, il nome *acido* si sopprime, ed il nome specifico cangia in *ato* la desinenza in *ico*, ed in *ito* quella in *oso*. Così se il negativo è l'acido solforico, il sale dicesi un *solfato*; se poi è l'acido iposolforico si chiama un *iposolfato*; e vien detto *iposolfito*, se contiene l'acido solforoso. Non altrimenti se il negativo sia indifferente (**59**. II. 9ª): e però chiamansi *alluminati*, *cloromercuriati*, *idrati* i sali, che ànno per elemento negativo l'allumina, o il bicloruro di Hg, o l'acqua.

2° Relativamente all'elemento positivo, il suo nome si aggiunge in genitivo; e si dirà, per esempio, solfato di *biossido di rame*, nitrato *di potassa*, idrato *di calce*. Suole omettersi la parola *ossido*, quando esso è l'unico, che sia salificabile: perchè già si sa che nessun metallo puro si combina agli acidi; e però si dice *solfato di rame*, e non *solfato di ossido di rame*. Se poi il positivo sia l'acqua, o questa è combinata in proporzioni determinate, e allora al nome solito del negativo si aggiunge l'epiteto di *monoidrato*, *biidrato*, ecc., verbigrazia, *acido solforico monoidrato*, *acido nitrico biidrato*; o l'acqua è in quantità indeterminata, e non si nomina affatto, dicendosi *acido nitrico* senza più. Nè ciò può far credere, che l'acqua manchi del tutto: giacchè in tal raro caso è convenzione di aggiungere l'epiteto *anidro*.

3° I gradi poi di acidità e di basicità esprimonsi premettendo al nome dell'acido, o all'epiteto *basico* le particelle *sesqui*, *bi*, *tri*, *quadri*, ecc: la mancanza delle quali fa sottintendere la voce *neutro*. Però *bisolfato di soda* indica un sale, il cui acido è in quantità doppia di quella, che contiensi nel medesimo quando è neutro; *solfato di calce sesquibasico* vuol dire, che la base è una volta e mezzo maggiore che nel sale medesimo neutro.

4° I binarii di terz' ordine si chiamano coi nomi dei due sali componenti; così dicesi *solfato di soda con nitrato di potassa*. Ove per caso raro i due sali abbiano una base comune, si nomina questa una volta sola, premessi i nomi dei due acidi o isolati, o congiunti in un nesso. Così suol dirsi *solfato e tartrato di chinina*, ed anche *solfotartrato di chinina*. Che se l'acido sia comune, il suo nome non si replica; e però dicesi *solfato di allumina e di potassa*. Anzi, volendo rappresentare un sale *a doppia base* o basico o acido, si usano le solite particelle *sesqui*, *bi*, *tri*, ecc., dicendosi per esempio *solfato di biossido di rame*, *e d'ammoniaca tribasica*.

5° Il binario di quart'ordine, che è acqua combinata con un binario di terz'ordine, si esprime coll'aggiunto dell'epiteto *idrato*; esempigrazia *solfato d'allumina e di potassa idrato*.

6° Già sappiamo (**59**.III.12°) come si scriva un equivalente composto, e che 3HO significa tre equivalenti di acqua. Or bene; nelle formule razionali dei sali si pone una virgola fra la base e l'acido. Per esempio CuO, SO^3 rappresenta un equivalente di solfato di rame, cioè un equivalente di acido solforico combinato con un equivalente di ossido di rame.

7° Le formule de' sali doppi si costruiscono frapponendo un punto e virgola, o il segno + tra la formula di un sale e quella dell'altro. Così un equivalente di solfato di allumina e di potassa si scrive KO,SO^3; $Al^2O^3,3SO^3$; oppure anche $KO,SO^3+Al^2O^3,3SO^3$.

8° Quando poi un sale entra in combinazione non con una, ma con più sue proporzioni, si premette (come al solito) alla formula del suo equivalente il numero di tali proporzioni alla maniera di coefficiente. Avvertendo per altro che il coefficiente vale fino al segno; e però debbono chiudersi entro parentesi tutti quei segni, ai quali esso si à da intendere ripetuto.

9° Nelle formule empiriche senza badare ai composti, che sono entrati direttamente in combinazione, si tralasciano le virgole ed i segni +, e si scrivono uno dopo l'altro i simboli dei diversi componenti; apponendo per esponente al simbolo, che non si replica, la somma dei suoi esponenti. Il solfato di potassa può scriversi SO^3,KO, ed anche SKO^4; parimente $KO,SO^3+Al^2O^3,3SO^3=KAl^2S^4O^{16}$.

10ª Le formule chimiche servono anche per risolvere con facilità i problemi relativi alla composizione elementare dei corpi. Poniamo che si ricerchi quanto di O ritrovisi in un kilogrammo di clorato di potassa, cioè KO, ClO^5. Si sa già che col calore quel clorato si converte in $KCl + O^6$; e che $K = 489,3$; $Cl = 443,2$; $O = 100$. Dunque $KClO^6 = 1532,5$. Ora se 1532,5 dànno 600 di O, un kilogrammo ne darà circa grammi 391,5: perchè 1532,5 : 600 :: 1 : 0,39145....

61. Ossigene, suo svolgimento, e combustioni. — Principiando ora a trattare delle principali combinazioni di due semplici, e delle proprietà dei più importanti fra i composti che ne nascono, daremo la preferenza all' O, il quale si combina con tutti i corpi. E poichè esso suole bruciare e spesso infiammare le sostanze, colle quali si combina, ci troviamo naturalmente condotti a dir qui qualche cosa delle combustioni, e delle fiamme.

I. DEFINIZIONI. 1ª Le alterazioni chimiche de'corpi, accompagnate da svolgimento di calorico e luce, diconsi *combustioni*.

2ª Si dice *ignizione*, o *infocamento* lo stato d'incandescenza, pel quale certe sostanze mandano luce e calore, senza subire veruna chimica alterazione.

3ª Le alterazioni chimiche, nelle quali si eccita assai intenso calore, ma non apparisce luce di sorta, come avviene quando il Na si combina coll'O dell'acqua, sono denominate *combustioni oscure*.

4ª Dicesi *lenta combustione* l' azione chimica, nella quale vi è svolgimento di luce, ma non di tanta quantità di calorico, che riesca sensibile al termometro ordinario.

5ª È detta *fiamma* una massa aeriforme in combustione.

6ª La luce non accompagnata da proporzionato calorico, viene denominata *fosforescenza*. È tale quella, che si appalesa nel diamante, nello spato fluore ed altri minerali, dopo essere stati esposti per alquanto tempo ai raggi solari o alla corrente elettrica. Ma si appella fosforescenza anche la luce, che apparisce nelle lente combustioni; quale è quella del Ph, e delle sostanze organiche, le quali ritrovansi in istato di scomposizione.

7ª Diconsi *combustioni ossigeniche* quelle, nelle quali uno dei due corpi, che si combinano insieme, è l'O.

8ª Sono chiamate *combustibili* quelle sostanze, le quali sono, o contengono qualche elemento atto per sè e per la sua collocazione a combinarsi all'O, con isvolgimento di calorico e di luce.

9ª Si dicono *incombustibili* quei corpi, nei quali tali sostanze o non sono contenute, o non sono accessibili all'O.

II. LEGGI. 1ª *Le ordinarie combustioni sono altrettante combinazioni dell'O con qualche corpo semplice, e specialmente con* H *o* C. Veramente il carbone, la legna, le resine, i grassi, la cera, l'olio, il petrolio, l'acquarzente, insomma le sostanze comunemente riconosciute per combustibili, sono composte. Ma queste intanto possono bruciare, in quanto sono costituite in massima parte da C e da H, e però l'O dell'aria può combinarsi con questi semplici e trasformarsi in acido carbonico, ed in vapor d'acqua; cioè nei più abbondanti prodotti della combustione. Del resto se dentro una campana piena d'aria, e capovolta sull'acqua introducasi un pezzo di Ph rovente, questo per un certo tempo vi arde, consumando l'O, nel cui posto sale l'acqua; e poi, quando non vi rimane di aeriforme che l'Az, si estingue.

2ª *Tutte le sintesi rapide di due semplici o di due composti, ed anche qualche analisi, sono combustioni.* Infatti quando si combina il Cl coll'As, Sb, Sn, ed altri metalli; il S con Cu; il Br, I, Ph, Se, Te, As con Y, Gl, ed Al; il K ed il Na con metalli diversi, si à sempre svolgimento di luce e calorico. L'acido solforico anidro, combinandosi alla barite ed alla magnesia, è capace di arroventare queste terre. Sono combustioni eziandio le decomposizioni di certi corpi esplosivi; per esempio del biossido di H, degli ammoniuri di Au e di Ag, dei cloruri e ioduri di N.

3ª *La facoltà illuminante delle fiamme non va di pari passo colla loro facoltà riscaldante.* Dappoichè la fiamma di H manda una luce fioca, ma riscalda fortemente; per converso la fiamma delle resine e dei grassi non scalda molto, ma è assai vivace.

4ª *La vivacità della fiamma dipende dal trovarvisi immerse delle sostanze solide.* Imperocchè sono vivissime le fiamme del Ph, dello Zn, e di tutte quelle sostanze, che nel bruciare

producono de'corpi solidi. La fiamma dei carburi d'H è tanto più splendida, quanto più questi contengono di C; per la ragione che questo rimane in parte isolato nell'interno della fiamma. Mentre è certo che i solidi si fanno incandescenti a temperatura più bassa di quella, alla quale s'infocano gli aeriformi; e però nella stessa fiamma, che è costituita da un vapore candente, può coesistere una sostanza molto divisa, ma tuttora solida. E infatti la fiamma dei carboni medesimi rimane affievolita, ove le si getti sopra una intensa corrente d'aria: poichè allora il C, per l'abbondanza dell' O, brucia completamente. Invece se sono fioche le luci dell'H, del S, dell' acquarzente, e dell' ossido di C, ciò avviene perchè esse non contengono sostanze solide. Volete vederlo? Introducetevi della creta, della calce, dei fili di amianto, o di Pl; ed essa diverrà risplendentissima. Una delle luci le più abbaglianti è quella di *Drummond*, che ottiensi coll'inviare sopra un bastoncello di calce due getti uno d'H ed uno di O.

III. COROLLARII. 1° Dunque le ordinarie combustioni, ove l'O manchi, o non abbia libero accesso al combustibile, debbono cessare. E infatti l'acqua sospende l'ignizione ed estingue la fiamma, principalmente perchè impedisce il contatto fra il combustibile e l'O dell'aria. Anzi il combustibile, ove s'immerga in una soluzione di solfato di protossido di Fe, o di allumina, o di borato di soda, o di solfato di ammoniaca, diviene inetto alla combustione: perchè, coll'evaporare dell'acqua, resta sul combustibile uno strato di sale inalterabile ed impenetrabile all'aria. Ed è appunto con tali soluzioni che i legni, ed i tessuti organici si rendono incombustibili.

2° Dunque collo spingere sul combustibile una maggior quantità di O, se ne promuove la combustione. Perciò i mantici, ed in genere i così detti ventilatori, intanto rinforzano le combustioni, in quanto rinnovando continuamente l'aria intorno al combustibile, gli somministrano sempre altro O. È analoga l'utilità dei camini: perchè salendo in essi i prodotti assai caldi, e però leggieri della combustione, si produce sul combustibile un vuoto, che è tosto riempiuto da aria nuova, ossia dal miscuglio di N con O.

3° Dunque l'O non può seguitare a dirsi il sostegno delle com-

bustioni; e la distinzione fra comburenti e combustibili a rigore non regge più. Ora che si conosce come non tutte le combustioni sieno ossigeniche, come avea creduto Lavoisier; ora che il vocabolo *combustione* à ricevuto nella scienza un significato alquanto diverso dall'antico; ora che la combustione si considera come un effetto dell'affinità chimica, bisogna riconoscere che alla combustione concorrono colla stessa attività ambedue le sostanze, le quali combinansi assieme.

IV. SCOLII. 1° La combustione esige per condizione indispensabile una temperatura bastantemente alta; tanto che non principia se non dopo riscaldato il combustibile, e cessa quando questo venga raffreddato. Infatti perchè si può accendere una fiamma col solo appressarne un'altra al corpo infiammabile? La risposta è facile: perchè la combustione non comincia se non quando il combustibile è convenientemente riscaldato, e comunemente dev'esserlo al di là della temperatura ordinaria. Ma per certe sostanze, come quelle delle quali è ricoperta una estremità di un solfanello fosforico, basta il riscaldamento, che può eccitarsi col solo attrito. Durante poi la combustione, svolgesi un calore ordinariamente più intenso di quello necessario per l'accensione; e però il corpo si mantiene da se stesso riscaldato quanto basta per seguitare a bruciare. Il qual riscaldamento è maggiore, se è maggiore l' affinità del combustibile per l'O. Del resto se l'acqua estingue le combustioni, ciò non avviene solamente perchè impedisce la comunicazione fra l'O ed il combustibile, ma anche perchè questo viene per essa a raffreddarsi. Perciò se l'acqua sia poca, svapora e lascia il combustibile abbastanza caldo per seguitare a bruciare. Come pure le correnti d'aria, intanto che promuovono la combustione aumentando la quantità dell'O, anche la contrariano, abbassando la temperatura del combustibile, ed allontanandone il gasse già candente. Quando la materia che brucia è molta, la corrente d'aria è più utile collo spingere su di esso l'O, di quello che sia dannosa coll'abbassarne la temperatura. Ma se relativamente sia poca, come accade quando si soffia sulla fiamma di una candela, allora il danno supera l'utilità, e la candela si estingue.

2° La fiamma prende diversi colori a seconda della varie-

tà dei prodotti della combustione, e della varietà delle sostanze frammiste alle molecule brucianti. Il rame, esempigrazia, arde con fiamma verde, e la fiamma dell'acquarzente assume tinte differenti quando tiene in soluzione sali diversi, essendo gialla coi sali di soda, rossa con quelli di strontiana, e via dicendo. Ma ogni fiamma, allorchè viene accendendosi, e quando sta per ismorzarsi, è violetta od azzurra; e non diviene bianca, se non allora che è molto intensa.

3° In ogni fiamma permanente, come sarebbe quella di una candela, e di una lucerna ad olio o vegetale o minerale si distinguono tre regioni (fig. 204.); l'interna (A), nella quale il gasse non brucia, perchè non vi perviene ossigene; la media (B), nella quale accade la combustione di una sola parte della sostanza infiammabile per difetto di ossigene; e l'esterna, in cui per l'immediato contatto dell' aria si fa la combustione di quell'altra parte della sostanza infiammabile, che nella media era soltanto candente. La regione interna è oscura, e però a rigore non è fiamma. La media è brillantissima, perchè vi si rinvengono le molecule incandescenti per lo più carbonose: e dicesi *disossidante*, essendo pel suo eccesso di combustibile riscaldantissima, capace di ripristinare i metalli dagli ossidi loro, o di privarli almeno di una parte del loro O.

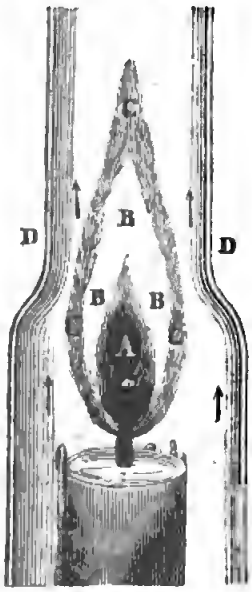

Fig. 204.

L'esterna è pochissimo apparente, per la mancanza di sostanze solide candenti; ma essa è assai riscaldante [1], e però è chia-

1 Per ottenere una temperatura così alta da fondere il vetro ed i metalli conviene spinger su questi l' estremità (che dicesi il *dardo*) della fiamma, per mezzo di un getto d'aria, la quale somministri eziandio ossigene in maggior copia. Il più semplice strumento, che possa adoperarsi a tale scopo, è il così detto *cannello*. Il quale consiste in un tubo di ottone ricurvo ad angolo retto e conico nel suo interno. L'apertura più piccola vien posta sulla fiamma, e l'operatore soffia per l'altra

mata *ossidante*, perchè appunto per la sua elevata temperatura rende atti i corpi introdottivi a combinarsi coll'O dell'aria prossima. Queste differenti parti si distinguono agevolmente a traverso di una tela metallica, che tagli orizzontalmente la fiamma in due metà. La parte di rete corrispondente alla regione esterna diviene candente ed assai ossidata; quella, che trovasi nella regione media, si ricuopre di un anello di nero di fumo, che è carbone in polvere; l'interna si veste di un deposito di materie grasse, provenienti da vapori non decomposti, come con un suo metodo à verificato un certo Porret.

4° Trattandosi di una lucerna ad olio sia di olivo, sia minerale, o ad acquarzente, il liquido per capillarità sale pel lucignolo, trova una tempera-

Fig. 205.

bocca. Talvolta nell' angolo (fig.205.) del cannello si pone un piccolo recipiente (R) cilindrico, che serve e come serbatoio d'aria, ed a trattenere l'umidità trascinata da questa; la quale umidità, finita l'operazione, può estrarsi per una piccola apertura, che ritrovasi al fondo del recipiente ed è chiusa da un turaccioletto. Anticamente si adoperava l'*eolipila*, in cui la fiamma da ripiegare a dardo riscaldava l'acquarzente chiusa in un sovrapposto calderottino, affinchè, a mano a mano che l'acquarzente convertivasi in vapore, uscisse per un cannello e si gettasse sulla punta di quella stessa fiamma, che lo avea generato. Ma al presente è più in uso la *lampada dello smalmatore* (fig.206.). In questo apparecchio iv è un mantice (F) doppio (e però a vento continuo), che è messo in moto da

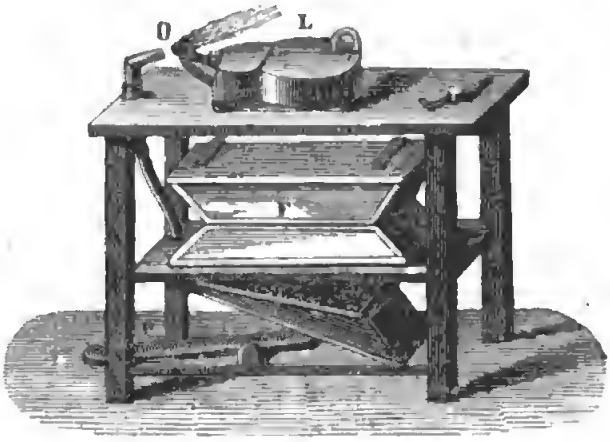

Fig. 206.

un pedale (P), ed un tubo che porta il vento al becco (O), dinanzi a cui trovasi la fiamma di una lampada (L) ad olio, dalla quale s'intende ricavare un buon dardo.

tura abbastanza alta, e si decompone nei suoi elementi volatili, ed anche senza decomposizione (come accade nell'acquarzente) è volatilizzato. In ogni caso questi vapori formano la regione interna oscura, che circonda il lucignolo. Il quale appunto non brucia; perchè non è a contatto coll' O; ma solamente si carbonizza nella sua estremità superiore, quando non vi giunge una quantità di liquido, che sia sufficiente ad impedirne l'eccessivo riscaldamento. Così si ostruiscono in quella parte i canaletti capillari, e si accresce l'impedimento all'accensione del combustibile; quindi la combustione diviene irregolare, la fiamma principia ad essere fumosa, e diminuisce notabilmente d'intensità. Per lo che è necessario recidere questa parte del lucignolo, cioè smoccolarlo.

Fig. 207.

5° Ma coi lucignoli ordinarii l'aria non à accesso che per la superficie esterna della fiamma; e però l'estensione loro non potrà mai avere dimensioni molto grandi, senza che la fiamma divenga fumosa: dacchè dicesi *fumo* quel denso vapore, formato da sostanze oscure o sfuggite alla combustione per difetto vuoi di O, vuoi di calore, oppure già combuste. Giova quindi l'uso dei lucignoli anulari, o, come noi diciamo, delle *calzettine*, le quali con piccola estensione offrono una grande superficie esposta all'aria. Ma allora conviene dirigere in prossimità di tal calzettina una corrente di aria, che somministri una quantità d'O sufficiente alla combustione della accresciuta sostanza gassea. Il che si ottiene racchiudendo la fiamma in un tubo di vetro (D,D). Anzi se dall'interno della calzettina discenda un tubo aperto da ambidue le parti, e comunicante coll'aria anche nella sua parte inferiore, come si costuma nelle così dette *lampade solari*, si ecciterà una aspirazione d'aria tanto dentro che fuori del-

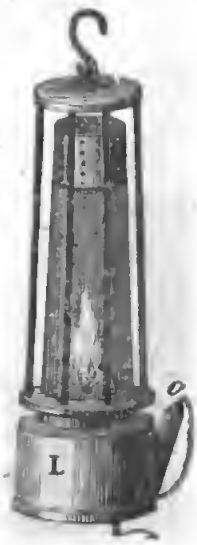

Fig. 208.

la fiamma. Poichè l' aria contigua alla fiamma, e calda, per la sua leggerezza, dovrà salire; e la fredda dovrà continuamente affluire per occupare lo spazio abbandonato da quella.

6° È un fatto tuttora non ispiegato, che a traverso di tubi finissimi, o di piccoli fori praticati in una lastra di metallo l'infiammazione non può propagarsi, e che una tela metallica costituita da 100 fino a 140 maglie per centimetro quadrato, intercetta compiutamente la fiamma: e ciò non ostante il gasse infiammabile trapassa la tela: dacchè esso può al di là di questa infiammarsi e continuare ad ardere 1.

7° Sono state fatte molte ipotesi per ispiegare la produzione del fuoco nelle combustioni. I Peripatetici credevano

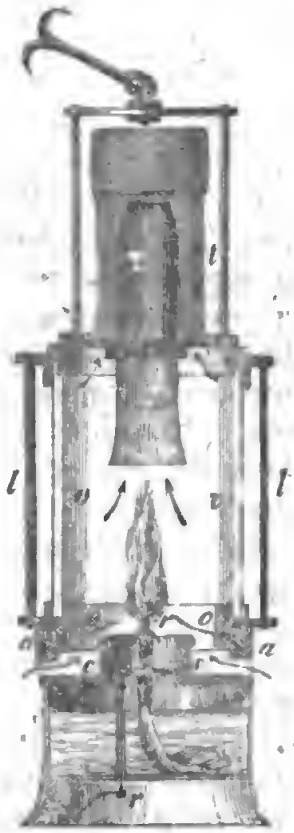

Fig. 209.

1 Davy per vantaggio dei minatori costruì una così chiamata *lampada di sicurezza* (fig. 208.), circondando la fiamma con un tubo di vetro chiuso alle due sue estremità con tele metalliche. Questa lampada può essere portata senza pericolo in un miscuglio esplosivo. Combes l'à modificata (fig.209.) in modo da riunirvi tutti i perfezionamenti conosciuti fin qui, e segnatamente sì quello di avviare sulla fiamma con una cuppola (*oo*) l'aria, che à trapassata la rete metallica (*cc*); come quello di un tubo (T), che ritiene la fiamma nell'asse dell'apparecchio, e di un'asta (*r*), la quale, passando per un cannello che traversa l'olio del serbatoio, permette di accomodare il lucignolo senza smontare la lampada.

Quando per altro una lampada di sicurezza è immersa in un miscuglio esplosivo, spesso l'interna esplosione spegne la fiamma. Allora il minatore deve allontanarsi da un'atmosfera quasi non respirabile; ma Davy à ritrovato il modo, che in tal caso esso non debba camminare all' oscuro. Egli scoprì che un filo di platino in un gasse infiammabile mischiato d'aria si conserva (se già lo era) incandescente, pel calorico svolgentesi dalla combinazione chimica, che persevera alla sua superficie. Però sul lucignolo della lampada di sicurezza dispose (fig. 207.) una spirale di filo di platino; il quale, allorchè la fiamma si estingue, sèguita a spandere uno splendore sufficiente, perchè il minatore possa dirigersi nelle gallerie; e così l'apparecchio diventa *una lampada senza fiamma*.

che il fuoco fosse una sostanza corporea *sui generis*, sottilissima, e leggiera, la quale venisse sprigionata nelle combustioni; e poichè la combustione non era, secondo essi, che la risoluzione di un misto nei suoi principii, pensarono che il fuoco fosse uno, anzi il più nobile, dei quattro elementi de' corpi. Aristotile avea insegnato, che una sostanza organica dovesse risultare dall' unione di tutte le sostanze elementari; ed avea fatto avvertire che il legno nel bruciare si divide in terra (e tale è la cenere), in acqua (ed è quella parte del fumo, che bagna), in aria (che è l'altra parte leggiera ed invisibile del fumo), e finalmente in fuoco (che è quella sostanza più leggiera, lucida, e riscaldante, che costituisce la fiamma). Quando furono abbandonate tutte le idee, sulle quali poggiava la teorica degli aristotelici, Sthal pretese spiegare la cosa supponendo nei corpi un principio, che non si è mai potuto capir bene che cosa fosse, da lui chiamato *flogisto*, (parola derivata da φλόξ, φλογός *fiamma*, e φλογίζω, φλέγω *infiammare, bruciare*), il quale svolgendosi producesse il fuoco. Ma Bayan e Lavoisier atterrarono questa oscura dottrina, che avea dominato per più di mezzo secolo. Mentre il primo dimostrò che l' ossido di Hg si ripristina senza l' aggiunta di veruna sostanza combustibile; ed il secondo provò che i corpi nel bruciare aumentano di peso; e tanto, quanto è il peso dell'O, in cui bruciano; e che l'ammissione della combustibilità in un corpo, invece di essere accompagnata dalla perdita di qualche sostanza, è invece la sua combinazione con un corpo ponderabile, ma aeriforme, cioè l'O. Ma una teoria chiara ed incontrovertibile dello svolgimento della luce, e del calore nelle combustioni non si è ancor data. Quella che è oggi più in credito è la teorica delle vibrazioni; che consiste nel supporre, che sì la luce come il calorico fontalmente non sieno altro che un fremito celerissimo e sottilissimo delle molecule, che ci appariscono infuocate; come non è altro che un fremito (in confronto assai grossolano) delle particelle del bronzo, di una corda, o dell'aria quello, che noi sentiamo come un suono di una campana, di un violino, di un flauto. Ma una più chiara idea di questa teorica suppone una qualche cognizione degli imponderabili, e di Acustica; e però

il sèguito di questo discorso dev'essere rimandato parte alla seguente Sezione e parte alla Fisica matematica.

8° Ad ottenere l'O puro non vi è altro mezzo, che promuoverne lo svolgimento coll'innalzare convenientemente la temperatura di un suo composto. L'ossido rosso d'idrargiro abbandona il suo O, al calore anche di una sola lampada ad acquarzente. La sostanza (fig.210.) si mette in un vasello di vetro (AB), alla cui bocca, per mezzo di un turacciolo, si fissa un tubo di vetro (CD), chiamato *tubo di svolgimento*, o *tubo adducitore*, il quale presenta due curvature (C, D), affinchè possa discendere dentro l'acqua in un tino (TT), e poi sol-

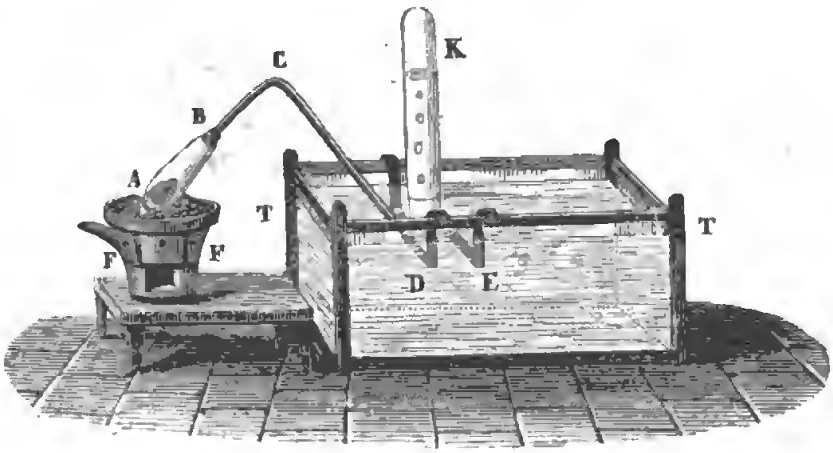

Fig.210.

levarsi colla sua estremità verticalmente in su. Il vasello (AB) si scalda o con una lampada, o con carbone candente disposto in un piccolo fornello (FF); e così prima l'aria racchiusavi si dilata, e fugge a bolle a traverso l'acqua del tino; poscia l'ossido si decompone, raccogliendosi l'idrargiro allo stato di liquidità nella parte inferiore del tubo, e l'O innalzandosi allo stato di vapore si spinge dinanzi l'aria, e pel tubo adducitore viene esso pure a traversare l'acqua del tino. È tempo allora di raccoglierlo. A tale intendimento empiesi coll'acqua del tino una campana di vetro, ed avendo cura che l'orlo di questa non emerga, si posa sopra una tavoletta (DE) preparata nel tino in guisa, che la detta bocca ri-

manga proprio sopra il tubo adducitore, e resti sott'acqua; e perciò la campana (K) si conservi piena in virtù della pressione atmosferica. Allora il gasse O pel suo debole peso specifico s'innalza nell'acqua, e va a porsi al cielo della campana medesima. L'O può eziandio ottenersi più economicamente dal perossido di manganese in polvere, vuoi commisto ad acido solforico, vuoi anche puro ed assai più riscaldato. Nell'uno e nell'altro caso, siccome il perossido (quale ritrovasi in filoni) è unito ad una piccola quantità di pietra calcare o carbonato di calce; così l'O, che se ne svolge, trae con sè un poco di aci-

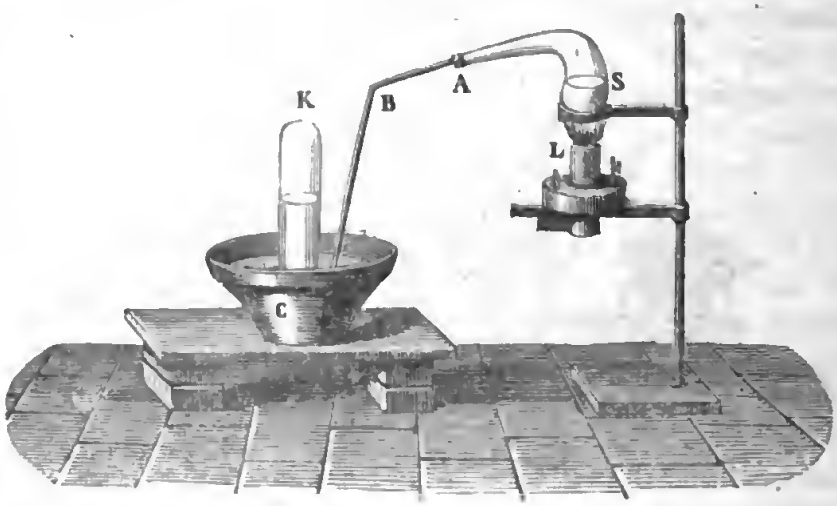

Fig. 211.

do carbonico, ed a purificarnelo convien farlo passare per una bottiglia contenente una dissoluzione di potassa caustica. Nei laboratorii per altro si estrae l'O puro dal clorato di potassa. Questo si mette (fig. 211.) in un fiasco (S) a collo piegato in giù detto *storta*, e quando si scalda con una lampada (L) ad acquarzente, si decompone, e cede tutto l'O sì della base, che dell'acido, riducendosi ad un cloruro di K.

9° Ai caratteri, che abbiamo già dati dell'O, e che erano sufficienti a definirlo, possiamo ora aggiungerne altri. L'O si combina a tutti i semplici formando con essi o degli ossidi o degli acidi; respirato puro irrita i bronchi ed il polmone, e rende troppo attiva la circolazione del sangue; bru-

cia, consuma rapidamente, e divide in vivacissime faville un cilindretto di carbone, il quale acceso in un sol punto vi sia immerso dentro; allo stesso modo fa bruciare e fonde in palline di ossido infuocate una sottile spirale di acciaio, che porti alla sua estremità un pezzetto d'esca accesa; accende il fosforo di una luce sì viva, che l'occhio non ne può sopportare il bagliore. L'acqua alla temperatura ordinaria è capace di sciogliere dell'O per 46 millesimi del suo volume; ma non si è ancora trovato il modo di liquefare l'O puro.

62. Idrogene, sue combinazioni, ed acqua. — Venendo ora a trattare particolarmente dell'H, ossia del generatore dell'acqua, converrà che diciamo pur qualche cosa anche di questa.

I. PROPOSIZIONE. *L'acqua è una combinazione di una unità di* O, *e d'un ottavo in peso, oppure di due unità in volume, di* H.

Dimostrazione. Facendo ardere l'H in una campana piena di O puro e secco si forma l'acqua; e però questa è veramente una combinazione di H e di O, come dimostrarono dapprima Cavendish, Priestley, e poi anche Lavoisier. A determinare le proporzioni in peso (annunziate la prima volta da Berzelius e da Dulong), ed anche in volume (il che fu eseguito la prima volta da Gay-Lussac e da Humboldt) si dee ricorrere all'analisi ed alla sintesi. Principiando dalla sintesi, s'introduca una quantità nota di H, ed una di O in una campana piena di Hg, ed il miscuglio si esponga al fuoco. I due vapori si [illegible] nasce l'acqua, e rimane incombinata quel[illegible]o dei due, la quale fu messa in eccesso. [illegible] misurarsi in campane ben graduate [illegible] (fig. 212.), cui descriveremo nel tr[illegible] e che da *vitia bontà dell' aria*, e *[illegible]metro*, e destinato a valutare la qu[illegible] nelle diverse arie, per quindi in-

Fig. 212.

ferirne la loro bontà. Or bene: da tali indagini risulta che, chiamando 100 il peso dell'O combinato, quello dell'H è 12,5. Quanto poi ai volumi facilmente si prova che, ove si consideri come unità il volume dell'O, quello dell'H è 2. Passando ora all'analisi si avverta che i due fili metallici, i quali partono dagli estremi di un apparecchio destinato a dar corso all'elettrico (per esempio i due capi, che si otterrebbero col rompere in un punto qualunque il filo telegrafico, cui tutti conoscono) si possono portare rispettivamente (fig. 213.) sotto due campanelle di vetro graduate, empiute d'acqua, poi chiuse con un dito, e capovolte in un bacinetto dello stesso liquido. Allora sul filo (P), che viene dal così detto *polo positivo* dell'apparecchio, donde emana l'elettrico, si svolge l'O; sull'altro (N), che viene dal *polo negativo*, sviluppasi l'H. Dopo un dato tempo, che è tanto più breve, quanto l'acqua è più conduttrice dell'elettrico (e lo sarà tanto più, se vi s'infonda un poco di acido solforico, o vi si sciolga del sale marino), si troverà nella campanella (H), sovrapposta all'estremo negativo del filo, un volume di gasse doppio del volume pur gasseo contenuto nell'altra (O). Or quest'ultimo gasse abbrucerà vivamente tutti i combustibili, ed avrà le altre doti dell'O; questo facilissimamente s'infiammerà, e si darà a divedere per vero H. Poichè il peso specifico dell'O è 16 volte maggiore di quello dell'H, l'acqua conterrà per ogni unità in peso di O un ottavo in peso di H.

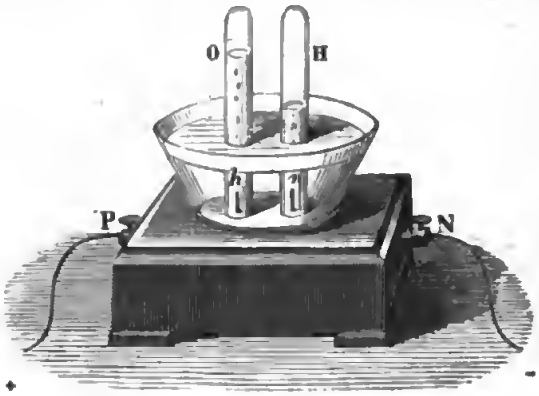

Fig. 213.

II. scolii. 1° Se l'H non si combinasse che in una sola proporzione coll'O, il nome chimico dell'acqua sarebbe *ossido d'idrogeno;* ma poichè, come vedremo fra poco, si combina anche con una proporzione maggiore di O, così l'acqua deve denominarsi *protossido di idrogeno.*

2° Daremo qui un conciso sommario dei caratteri di questo protossido. L'acqua I. è un corpo indifferente, o neutro (59.II.9°); II. si combina con un grandissimo numero di sostanze; coi forti acidi in qualità di debole base, colle basi energiche come un leggiero acido, coi sali in proporzioni diverse secondo la temperatura della loro cristallizzazione; III. scioglie moltissime sostanze solide e liquide, ed anche molti gassi, specialmente se sieno freddi (53.); IV. anche piovana è sempre un poco impura, e convien purificarla (22. I.3°) colla distillazione, ossia col farla passare in vapore per mezzo dell' ebollizione, liquefarla con un serpentino e raccoglierla in un altro vase, usando quell'apparecchio, cui da *al* articolo arabo ed *ἀμβιξ vaso* diciamo *lambicco* (fig. 214.); V. è abbastanza pura per bersi, ove il suo vapore pesi almeno 2000 volte più del residuo secco; VI. affinchè sia potabile è necessario che contenga una dose non piccola di O, il quale è reso manifesto dalla vivezza del sapore di essa; VII. divenendo vapore acquista una densità uguale alla somma delle densità dell'H e dell'O; VIII. è insipida, inodorosa; presa a tenue spessezza è anche scolorita, ma quando è assai spessa si mostra verdognola; IX. si frammischia facilmente a certe sostanze, ed anche all'aria; ma a questa alcuni corpi molto agevolmente la ritolgono ed altri la cedono; X. liquida aumenta in densità fino a 4 gradi sopra 0°, poi diminuisce, e divenuta solida è (finchè sta a 0°) densa 0.94; XI. nel solidarsi cristallizza nel sistema romboedrico, assumendo ora (come assicura Clarcke) la forma romboidale, ora di doppie piramidi assai piane (come à veduto Smithson), ora di prismi esaedri regolari (come altri affermano), ora di stellette esagone assai vaghe a vedere (quali osservansi nella neve).

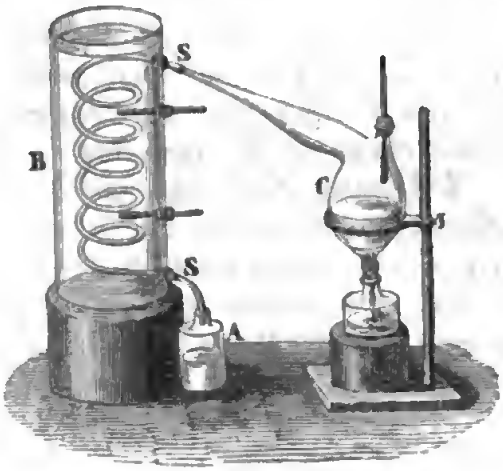

Fig. 214.

3° Con artificii, che sarebbe troppo lungo e poco utile descrivere, si arriva a combinare due equivalenti di O con uno di H, e se ne ottiene la così detta *acqua ossigenata*. La quale è un liquido scolorito, di consistenza sciropposa, di un odore particolare, facilmente decomponibile, e di densità uguale ad 1,453. La sua formula è HO^2, ed il nome chimico è *biossido di idrogene*. Questo corpo offre una particolarità degna di essere notata; ed è che in presenza dell'Au, Pl, Ag molto divisi, e di certi ossidi, come sarebbero i perossidi di Mn, di Pb, esso con effervescenza si decompone, sprigionando dell'O, senza che le dette sostanze subiscano alterazione veruna.

III. DEFINIZIONI. 1° Quelle sostanze, le quali (come il cloruro di Ca, e la potassa) godono della proprietà di togliere all'aria l'acqua, cui essa contiene, e poi disciogliersi in essa, sono chiamate *deliquescenti*.

2° Diconsi *fiorescenti* quelle, che (come il solfato di soda) abbandonano facilmente all'aria ambiente una parte dell'acqua, cui posseggono, e cadono in polvere.

IV. ALTRI SCOLII. 1° È manifesto che veruna sostanza può essere fiorescente nell'aria satura d'umidità, e che in questa tutti i corpi solubili debbono essere deliquescenti.

2° Ma talvolta avviene che un corpo *fiorisca* assorbendo l'umidità dell'aria; come fa il solfato di soda fuso, e in generale tutti quei corpi cristallizzati e fusi, che ànno affinità per l'acqua, e formano con questa combinazioni non deliquescenti.

3° Dopo aver trattato dell'acqua vuoi semplice, vuoi ossigenata, cioè delle due combinazioni dell'O coll'H, veniamo a dire qualche cosa in particolare del leggerissimo de' corpi, ed in prima del modo di farlo svolgere. Essendo l'acqua un grande ricettacolo d'H, è naturalissimo che questo aeriforme debba estrarsi da essa. Ma non si può scaldandola, come si ottiene l'O scaldando l'ossido di Hg, o il perossido di Mn, o il clorato di potassa. Conviene invece trattare l'acqua con qualche sostanza, la quale abbia grande affinità per l'O; affinchè questo unendovisi lasci libero l'H. Un frammento di K o di Na, introdotto in una campana piena d'acqua, sale,

e sviluppando intorno a sè un'infinità di piccole bolle, che vanno a riunirsi al cielo della campana, svanisce. Or perchè ciò? Il metallo si è combinato coll'O dell'acqua, formando un ossido, che si è disciolto nel liquido, e l'H è rimasto isolato. L'analogo sarebbe avvenuto, se il vapore (fig.215.), svolgentesi da un matraccio (S) di acqua bollente, si fosse fatto passare per un fascetto di fili di ferro chiusi in una canna (AB) di porcellana, e portati al calore rosso per mezzo di un fornello (F) così detto *a riverbero*. Ma più comunemente si adopera Zn molto diviso, immerso in una soluzione di acido solforico ed acqua. Lo Zn principia subito

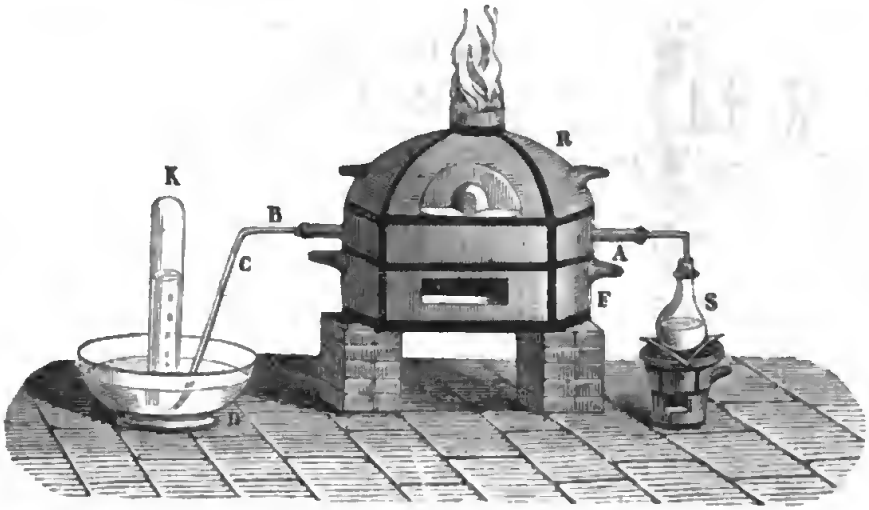

Fig. 215.

ad ossidarsi; e poichè in ragione delle affinità dell'acido coll'ossido che sta nascendo aumenta l'affinità dello Zn per l'O; così è che senza riscaldamento artificiale si ottiene uno svolgimento copioso d'H.

4° L'H ottenuto col ferro à un cattivo odore; ma questo si toglie, facendolo trapassare (fig.217.) per una boccia (B) di acquarzente. Dacchè tale odore si deve ad un olio volatile prodotto dal C, che è sempre unito al ferro. Infatti la detta acquarzente, se venga allungata con acqua, diviene latticinosa. Quando poi si prepara collo zinco ordinario, siccome questo contiene sempre una piccola quantità di C,

e talvolta anche dell'As, e del S, non riesce mai puro. Per depurarlo si possono prendere dei frammenti di pietra pomice, imbeverne alcuni con una dissoluzione di potassa caustica, e gli altri con quella di percloruro di Hg. Ciò fatto, bisogna empire coi primi un lungo tubo (C) fatto ad U, e porre gli altri in un simile tubo (D); dopo è necessario mettere in comunicazione il tubo adducitore (HI) col primo (C) dei due detti sifoni, affinchè l'H debba attraversare successivamente queste due soluzioni. La potassa caustica assorbe la materia oleosa, e la combinazione dell'H col S; ed il percloruro o sublimato corrosivo assorbe la combinazione di As e d'H. L'aeriforme esce quindi (in L) misto soltanto a vapor acqueo; che può togliersi, facendolo attraversare un tubo (E) contenente o calce di recente calcinata, o cloruro di Ca, o frammenti di pomice imbevuta d'acido solforico concentrato. In generale per altro, per ottenere gli aeriformi bene asciutti, convien raccoglierli sopra un bagno non di acqua, ma di Hg.

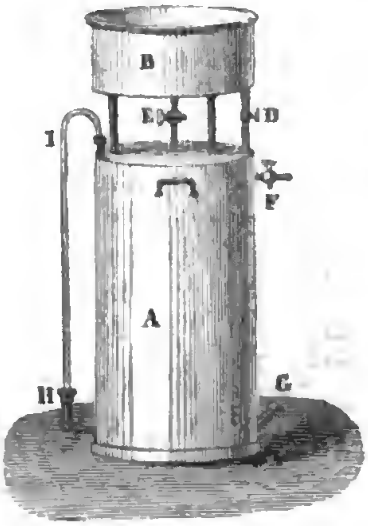

Fig. 216.

5° Per raccogliere una gran quantità sia di questo, sia di qualunque altro gasse, si adoperano dei vasi particolari; i quali, servendo anche a misurarne il volume, chiamansi *gassometri*. Il gassometro (fig.216.), che è in uso per le sperienze scolastiche, componesi di un vaso cilindrico (A) di metallo, sormontato da un bacino (B), cui sostengono alcune colonnette metalliche; due delle quali (E, D) sono tubi muniti di chiavi. Il tubo mediano (E) congiunge il fondo del bacino (B) col cielo del vaso (A); il laterale (D) dal bacino scende internamente fino quasi al fondo del vaso. Dal fondo sale alquanto, rivolgendo la sua bocca in alto, un più largo tubo ricurvo (G), che può chiudersi con un turacciolo. Esce orizzontalmente dal cielo del vaso medesimo un beccuccio (F) munito di chiavetta; e finalmente due altri tubi (H, I) metallici so-

stengono un cannellino di vetro (IH), che esternamente mette in comunicazione il cielo col fondo del vaso cilindrico. Per adoperare questo attrezzo, bisogna principiare dal riempirlo di acqua. Il che si ottiene col chiudere la bocca inferiore (G) ed il beccuccio (F), aprire tutti i tubi, e versare acqua nel bacino. Questa pel tubo (D) laterale s'introduce nel vaso, donde esce l'aria pel mediano (E); e quando non ve ne cape più, si chiudono tutte le chiavi, e si apre la bocca inferiore (G). È in questa, che s'introduce il tubo di svolgimento dell'aeriforme, il quale s'à da riporre nel gassometro.

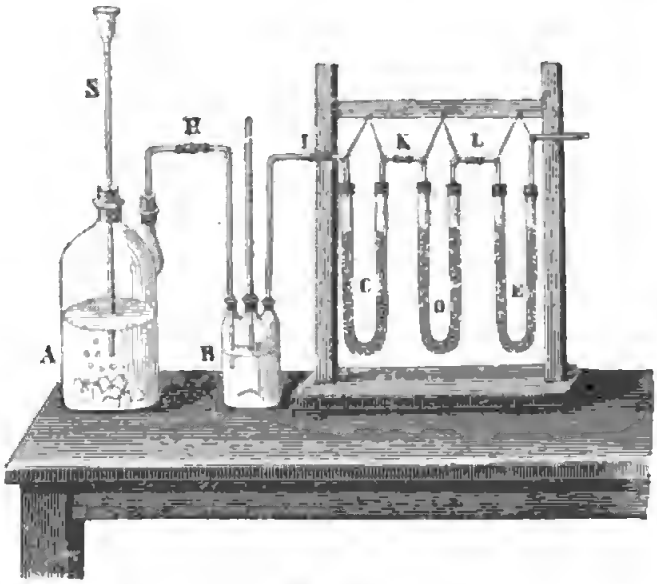

Fig. 217.

Così il gasse, a mano a mano che svolgesi, va a porsi nella parte superiore del vaso (A), e del cannellino (IH); ed un uguale volume d'acqua scola dalla bocca (G) medesima. Ove chiudasi questa, e si apra il tubo laterale (D), avendo cura che nel bacino non manchi mai l'acqua, l'aeriforme si comprime; finchè non raggiunge tanta densità, quanta glie ne bisogna per bilanciare colla elasticità sua tanto la pressione della colonna d'acqua sollevantesi dal livello del vaso (A) a quello del bacino (B), quanto la pressione dell'atmosfera, che gravita sull'acqua del bacino medesimo. Quindi, se occorra di fare uscire il gasse con maggior velocità, può comprimersi anche di

più, invitando sul tubo laterale (D) un lungo cannello, e facendo che da questo, che deve essere conservato sempre pieno d'acqua, scenda continuamente il liquido nel vaso. L'estrazione poi dell' aeriforme è facilissima. Quando si voglia travasare in una campana, empiesi questa d'acqua, e si capovolge nel bacino sul tubo mediano (E); e poscia apronsi le chiavi (D, E), affinchè il gasse, che a bolle si solleva nella campana (per E) venga surrogato dall'acqua, che vi discende dal bacino (per D). Quando invece si desideri un getto di gasse, non s'apre la chiavetta mediana (E), ma quella del beccuccio (F); a cui come ognun vede, può annettersi un tubo di gomma elastica per recare il getto a qualsivoglia distanza.

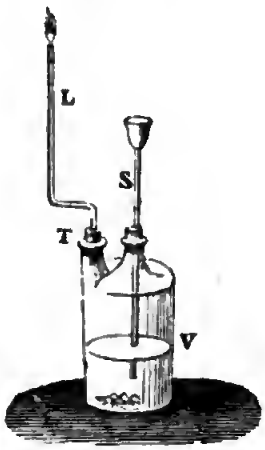

Fig. 218.

6° La somma leggerezza dell'H rende questo gasse acconcio per gonfiare gli aerostati, ed i palloncini costruiti con membrane sierose animali (*baudruche*), affinchè salgano in aria. In grazia poi della sua grande affinità per l'O, viene adoperato dai Chimici per ripristinare allo stato metallico diversi ossidi. Esso sotto qualunque pressione e temperatura è un fluido elastico, è pochissimo solubile nell'acqua, non serve alla respirazione degli animali; immergendovi una candela accesa vi si spegne; infine, costituendo esso un ottavo in peso dell' acqua, ed entrando per componente in tutte le sostanze animali e vegetali, è uno dei più abbondanti elementi.

7° Il gasse H, come sappiamo (**57**. VI. 14°), è eminentemente combustibile. Le bolle di sapone, soffiate con H, s' innalzano nell' aria , ed avvicinando loro il lume acceso, prendono fuoco. Poniamo che la bottiglia stessa (fig. **218**.), in cui questo aeriforme si svolge, sia munita di un altro collo laterale, e che da questo sorga un tubetto di vetro; basta appressare un cerino acceso all' estremità di questesso, perchè l'H s'accenda e continui a bruciare con una pallida fiamma azzurrognola. Tale apparecchio suol chiamarsi *lampada filosofica*. La detta fiamma produce un suono assai distinto,

tanto solo che venga circondata da un tubo di vetro bene asciutto: fenomeno, a cui si dà il nome di *armonia chimica* e dipende da una serie di piccole rapidissime esplosioni.

8° Infatti un miscuglio d'H e d'aria, specialmente nella proporzione in volume di 2:5, è esplosivo. Se la lampada filosofica venga accesa prima che ne sia stata scacciata tutta l'aria, il fuoco si propaga fino alla boccia, e questa con un subito tonamento si fa in mille pezzi.

9° Incomparabilmente più intensa è la esplosione di un miscuglio di 2 volumi d'H, ed 1 d'O. La fiamma di tal miscuglio à temperatura più alta di qualsivoglia combustione; e la luce di Drummond, detta anche il *sole artificiale di Gaudin* è 37 volte più vivace di quella di una lucerna di Argand.

10° L'infiammazione del sopraddetto miscuglio esplosivo non esige sempre il contatto di un solfanello acceso, o di una scintilla elettrica; ma à luogo anche a freddo in presenza di certi corpi, e principalmente del Pl spugnoso, cioè assai poroso; quale si ottiene calcinando il cloroplatinato di cloruro di K.

Fig. 219.

63. Nitrogene, sue combinazioni, ed aria. — È opportuno trattare un poco ampiamente anche del N, o Az, non che dell'aria, che da esso principalmente risulta.

I. PROPOSIZIONE. *L'aria risulta da O ed Az, mischiati insieme nella ragione* 1:4.

Dimostrazione. Abbiamo già detto che facendo bruciare nell'aria un combustibile, questo si combina coll'O. Or così facendo, cioè facendo bruciare nell'aria racchiusa in una campana (fig.219.) o Ph, o Cu arroventato, ottiensi un gasse residuo inetto a bruciare i corpi, non respirabile, e non infiammabile; in una parola, dotato di tutte le qualità del N. Dunque l'aria risulta da O ed Az. Anzi da un gran numero di analisi molto esatte si è riconosciuto, che essa con-

tiene in volume O nella quantità di 20,9, e N come 79,10; in peso poi O per 23,10, ed Az per 76,90. L'aria per altro si ritiene per un miscuglio. Conciossiacchè primieramente i caratteri fisici (come sarebbe quello della rifrangibilità) e le affinità sì dell'O, come del N non soffrono verun cangiamento, quando questi unisconsi a formar l'aria. Secondamente questa à un volume, ed una forza elastica uguale alla somma dei volumi e delle forze elastiche dei due aeriformi separati, dond' essa risulta. Terzamente l'aria, allorchè viene disciolta dall' acqua, va soggetta ad una alterazione nella composizione sua: mentre in tal caso contiene più di 28 per 100 di O. Ora tutti questi caratteri escludono ogni idea di combinazione. Che poi il miscuglio mostrisi in ogni parte omogeneo, ad onta che una delle sue parti, cioè l'O, sia più pesante dell'altra, vale a dire del N; ciò non dee recar meraviglia. Dacchè tutti i fluidi elastici, ed anche quelli che non ànno fra loro affinità veruna, godono (**52.** II. 2ª) della singolare proprietà (forse non ancora bene spiegata, ma al certo indubitabile) di mescersi insieme in proporzioni dovunque uniformi: all' opposto di quello, che sarebbe richiesto dalla diversità del loro peso specifico. Dunque ecc.

II. Scoli. 1ª L'aria analizzata in ogni contrada di Europa, in luoghi elevati o bassi, alidi o paludosi, salubri o malsani, à mostrato sempre la medesima composizione. È stata analizzata anche quella dell'Egitto, (il che fu fatto da Berthollet), anche quella che sta 5 chilometri più su del livello del mare (e ciò si eseguì da Thenard sull'aria tratta giù da Gay-Lussac, in occasione del suo volo aerostatico del 1804); e dopo molte sperienze oggi ritiensi per dimostrato che la bontà dell'aria non dipende dalla quantità dell' O, la quale è invariabile. Ond'è che il nome di *eudiometri* dato agli strumenti, atti a misurare la quantità dell'O contenuta nell' aria, è affatto improprio [1].

[1] Dunque donde proviene che l'aria in alcuni luoghi sia salubre, ed in altri malsana? Alcuni ànno pensato che esista in qualche aria un principio morboso: ma la Chimica non à ancora saputo separarnelo. Il che a dir vero non basta a confutare l'ipotesi: mentre non pare che possa dubi-

2° Ma sebbene possa dirsi, che un miscuglio di circa 4 volumi di Az, ed 1 di O sia propriamente aria; ciò non pertanto quella, che costituisce l'atmosfera, racchiude ancora qualche altra sostanza. I corpi deliquescenti si liquefanno, ed aumentano di peso al contatto dell'aria atmosferica: in questa dunque rinviensi dell'acqua. Inoltre l'acqua di calce esposta all'azione dell'atmosfera si ricuopre di un sottilissimo strato di una materia bianca e solida, che raccolta mostra i caratteri del carbonato di calce, formatosi per la combinazione dell'idrato di calce coll'acido carbonico, il quale dee dunque ritrovarsi nell' atmosfera. Sperienze diligentissime ànno provato, che la quantità di acido carbonico, contenuta nell'aria atmosferica, è varia fra i 4 ed i 6 decimillesimi; quella poi del vapor d'acqua divaria fra confini anche più estesi. Inoltre l'aria dell'atmosfera contiene alcuni altri vapori, provenienti dalle decomposizioni delle materie vegetali, ed ani-

tarsi se esista talvolta nell'aria un qualche principio contagioso; e intanto esso non fu ancora trovato. Altri poi credono che dalle paludi, le quali nell'estate diseccansi quasi interamente, si sollevino dei miasmi, e che questi sieno la cagione delle malattie, che dominano appunto nelle vicinanze de' siti paludosi. Altri invece ritengono che per la grande differenza di temperatura, la quale passa fra la notte ed il giorno in certi luoghi, si abbia nel giorno uno scioglimento eccessivo di acqua e nella notte una grande precipitazione della medesima; e che da ciò derivino le nebbie che la sera e la mattina sogliono sollevarsi nei paesi di mal'aria. Potrebbe anch'essere, che ambidue queste ultime cagioni influissero nell'effetto, che vuole spiegarsi. È certo intanto che nei siti di aria cattiva, dopo la calata del Sole e prima della sua levata, cade assai frequentemente la guazza; che nelle dette ore è salubre il restare in casa, e la notte dormire in camere chiuse; che è anche un preservativo il vestire di lana; che la troppa umidità dell'aria, facendo sospendere l' evaporazione, deve recare anche una grande perturbazione nella traspirazione, la quale è più abbondante appunto nei giorni caldi, mentre (dove si verificano le sopraddette condizioni) l'evaporazione dovette in tai giorni cessare; che uno dei mezzi, pei quali la temperatura degli animali a sangue caldo rimane costante, è la traspirazione cutanea, la quale (purchè sia seguita dall'evaporazione di tutto il sudore) ritoglie all'animale l'esuberante calore; che la respirazione dell'animale subisce delle variazioni analoghe alle circostanze alteranti l' interna temperatura; che finalmente la quantità di O, cui consuma un animale in un tempo determinato, e di acido carbonico, cui esso nel tempo stesso esala, cresce quando s'abbassa la temperatura dell'aria circostante. Il resto è tuttora un problema.

mali, ed in basso anche delle polveri, che vengono poi trascinate a terra dalle piogge e dalla neve.

3° Priestley e Lavoisier ànno provato come l'aria espirata dagli animali contenga assai più acido carbonico che la inspirata. Ogni combustibile non è in fine che H carbonato, il quale combinandosi all'O dà nascimento ad acqua, e ad acido carbonico. La putrefazione, e la fermentazione, che la precede, non sono che decomposizioni, donde parimenti à origine acido carbonico. Or se così è, come va che dopo tanti secoli l'acido carbonico non si è completamente sostituito all'aria? La risposta a questa domanda è stata primieramente data da Priestley. Le parti verdi delle piante di giorno, cioè sotto l'azione della luce, decompongono l'acido carbonico assorbito dalle loro foglie e radici, si appropriano il C, e restituiscono l'O. Nella notte il loro acido carbonico ritorna nell'aria indecomposto; ma in assai minor dose: come si conosce con esperienze dirette, e col riflettere all'immensa quantità di carbone, che si otterrebbe abbruciando tutti i boschi, ad onta che le piante (ove prescindasi dal quel poco acido carbonico che può esser dato dalle foglie cadute) non ritrovino nel terreno che Si ed O. Insomma tutto è così ben compensato, che non manca nè l'acido carbonico ai vegetali, nè la vera aria agli animali, ed ai combustibili.

4° Se l'aria non contenesse il N non sarebbe adatta alla respirazione: ma il N non potrebbe respirarsi solo. Non già che esso positivamente sia nocivo, come sarebbe il Cl, o l'acido idrosolforico; ma perchè manca, come l'H, di quelle qualità che gli sarebbero necessarie per eseguire le funzioni dell'O. Del resto il N non serve solo a temperare l'eccessiva azione dell'O, chè altrimenti gli si potrebbe sostituire l'H, ciò che non è; ma desso à un particolare ufficio nell'economia animale, e vegetale. Secondo le sperienze di Magnus, il sangue contiene, per un ottavo del suo volume, disciolti tre gassi, cioè O, Az, ed acido carbonico; ma nell' arterioso vi è più O ed Az, che nel venoso; in questo invece vi è più acido. Donde dee concludersi che il sangue venoso, trovandosi nei polmoni a contatto coll' aria, abbandona parte del

suo acido carbonico, e discioglie dell' O e del N, per la semplice legge (53.) dell'assorbimento. Ed ecco perchè nella respirazione sviluppasi acido carbonico, e resta assorbito O e N. Dalla sovrabbondanza poi dell' acido medesimo, e difetto d'O nel sangue venoso deve inferirsi, che l'O così assorbito venga portato per le arterie nei vasi capillari; ove combinandosi al C del sangue forma l'acido. Questo rimane sciolto nelle vene, perchè ivi è sottomesso ad un'alta pressione; quando poi nei polmoni la pressione si riduce alla sola atmosferica, esso sviluppasi. Finalmente dal difetto del N nel sangue venoso si deduce, che esso entra in combinazione cogli elementi del sangue; e perciò è necessario alla respirazione. Ma anche le piante ànno bisogno di assorbire il N dell'aria vuoi direttamente, vuoi indirettamente decomponendo il nitrato o il carbonato d'ammoniaca, cui la pioggia, lavando l' atmosfera, porta al suolo; ed è così che formasi il glutine, e gli altri componenti azotati delle piante.

5° Si conoscono 5 combinazioni del N coll'O, e sono: *protossido di nitrogene*, cioè NO, che risulta da 1 volume di N, e $^1/_2$ di O; *deutossido di nitrogene*, vale a dire NO^2, che costa di $^1/_2$ volume di N, e $^1/_2$ di O; *acido nitroso*, NO^3, composto di 1 volume di N ed 1,5 di O; *acido iponitrico*, NO^4, che è formato da 1 volume di N, e 2 di O; finalmente *acido nitrico*, che à per formula NO^5.

6° Il più importante fra questi è l' acido nitrico, il quale fu già scoperto da Raimondo Lullo nel 1225, analizzato da Cavendish, caratterizzato da Davy e da Dalton, e nel 1849 da Saintclaire Deville ottenuto anidro sotto forma di limpidissimi cristalli prismatici deliquescenti. Preparato con nitrato di potassa ed acido solforico è *monoidrato*, e contiene 14,28 per 100 di acqua. In tal caso si à per concentratissimo, e dicesi *fumante*: perchè manda vapori bianchi, per la combinazione del suo vapore con quello dell'acqua. Esso all' azione diretta della luce solare ingiallisce, decomponendosi in NO^4, ed O. Un'altra combinazione dell'acido nitrico coll'acqua risulta da 60 di acido e 40 d'acqua; allora è *quadriidrato*. Questo non è alterato dalla luce; e si considera come concentrato. Ogni altro acido, che

contenga più acqua del quadriidrato, si reputa diluito. Quello poi che ne tiene 68 per 100 è chiamato *acqua forte*.

7° Il N fa coll'H un gasse di un odore penetrante, ed è quello che spesso si svolge nella decomposizione delle sostanze organiche, e fu già chiamato *alcali volatile*. Ma dacchè si riconobbe esser esso uno dei componenti di quel sale, che prima del secolo passato veniva preparato unicamente in Egitto presso il tempio di Giove Ammone, e però venne detto *sale ammoniaco*, gli fu dato il nome di *gasse ammoniaco*, ed anche di *ammoniaca*. Il suo nome chimico sarebbe *azoturo d' idrogene*. Si ottiene facendo passare molte scintille elettriche a traverso il miscuglio di N con H. Le sue proporzioni in peso sono date dalla formula H^3N; quanto al volume, ne racchiude 1 $^1/_2$ di H, e $^1/_2$ di N. È un alcali potentissimo, può illiquidire, ed è solubilissimo nell'acqua; mentre questa ne arriva a sciogliere un volume 500 volte maggiore del suo. Tal soluzione, cui si dà nome di *ammoniaca liquida*, è un buon solvente per molti ossidi metallici. E merita di esser notato che le soluzioni degli ossidi di Hg, di Au, di Ag, di Pl possono tirarsi a siccità, senza che svolgasi l'ammoniaca; ed i residui pulverulenti, che si ottengono, col calore o con leggiero attrito esplodono; e però diconsi *polveri fulminanti*. Cogli ossiacidi l'ammoniaca fa dei sali, dai quali non può togliersi l'equivalente d'acqua, che sempre contengono, senza cangiarli in un altro composto. Perciò l'ammoniaca basica può rappresentarsi colla formula $H^3N + HO = H^4NO$, e suole al presente considerarsi come un ossido del radicale H^4N, non ancora isolato, cui chiamano *ammonio*, e riguardano come un metallo; perchè, come accade pei soli metalli, la sua combinazione coll'Hg à lo splendore metallico. In questa ipotesi il cloroidrato di ammoniaca, cioè H^3N, HCl non sarebbe che un cloruro d'ammonio, ossia H^4N,Cl. Ma i moderni Chimici, per ispiegare certe reazioni dell'ammoniaca colle sostanze organiche, amano di ammettere un altro radicale ipotetico H^2N, e lo nomano *amidio*.

8° Già abbiamo veduto, che il N si ottiene col togliere all'aria l'O per mezzo della combustione del Ph. Ma l'aria contiene anche dell'acido carbonico, e del vapor d'acqua; e

però quello dee togliersi colla potassa, e questo col cloruro di Ca. Può trarsi ancora il N purissimo dall' ammoniaca. Si mette (fig.220.) in un matraccio (S) un miscuglio di perossido di Mn, e d'acido cloridrico; ed il matraccio si congiunge per mezzo di un tubo (PD) con una bottiglia (G) a tre colli contenente gasse ammoniaco sciolto nell' acqua, e comunicante pel tubo adducitore (A) colla campana (K) ripiena d'acqua. Accade nel matraccio una reazione, donde nasce il gasse Cl, il quale giungendo nella bottiglia si combina coll'H dell'ammoniaca, e forma dell'acido cloridrico: e questo alla sua volta si combina coll'ammoniaca non decomposta, producendo il cloridrato d' ammoniaca, che resta in soluzione nell'acqua. E così il gas Az divenuto libero si sviluppa, e pel tubo adducitore (A) va a porsi nella campana (K) capovolta sull'acqua [1].

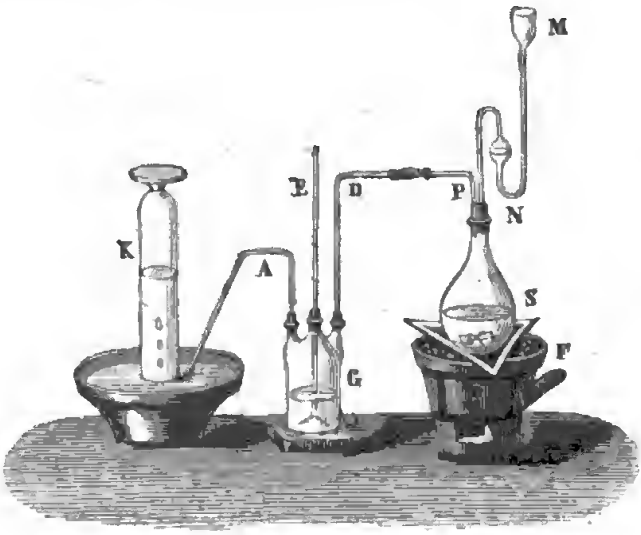

Fig. 220.

***64. Combinazioni del cloro, bromo, iodio, e fluoro.**— Questi 4 alogeni ànno grande affinità per l'H; e non si combinano direttamente all' O; ma attaccano i corpi organici, e sono altrettanti veleni per l'economia animale.

I. DEFINIZIONE. Un corpo dicesi *in istato nascente* nell'atto, che si sta svolgendo.

1 Il tubo rettilineo mediano (E) della bottiglia (G), e l'altro ricurvo (MN) annesso al matraccio, servono per impedire due inconvenienti. Uno di essi è l'esplosione proveniente dall'eccessiva pressione del gasse, l'altro, il quale in Chimica suole chiamarsi *assorbimento*, consiste in ciò, che quando i gassi sono stati raccolti sull' acqua o sull'idrargiro, questi liquidi s'introducono negli apparecchii, e distruggono l' operazione. Fenomeno che è prodotto dall'eccesso della pressione atmosferica sulla tensione del

II. SCOLII. 1° Il Cl può ottenersi col riscaldare 6 parti di acido solforico con 1 di biossido di Mn in polvere. Se disorganizza le sostanze organiche, ed imbianca le stoffe, distruggendone i colori vegetali; se cancella gli scritti fatti con inchiostro comune (chè l'elemento colorante di quello di Cina o da stampa è il C); se purifica l'aria dai miasmi putridi, che sono sostanze organiche putrefatte; tutto ciò avviene perchè se ne appropria l'H. *L'acqua clorata*, detta ancora *cloro liquido*, non è che la sua soluzione, la quale agisce come esso, ma alla luce solare prontamente si decompone.

2° Sono al presente ben conosciute cinque combinazioni del Cl coll'O, comechè questi due semplici non uniscansi direttamente; e sono: *l'acido ipocloroso*, *l'acido cloroso*, *acido ipoclorico*, *acido clorico*, *acido perclorico*, coi quali ad una costante dose di Cl risponde l'O nelle quantità 1, 3, 4, 5, 7.

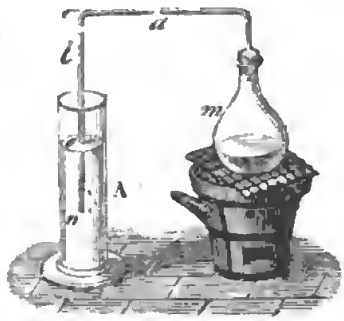

Fig. 221.

3° Il Cl col N fa un cloruro, che è eminentemente esplosivo.

4° Coll'H il Cl fa *l'acido cloridrico*. Esponendo ai raggi diretti del Sole un miscuglio di due volumi uguali di Cl e di H, con esplosione si forma un volume di gasse acido uguale alla

gasse contenuto nell'apparecchio. Poniamo infatti che un aeriforme (fig. 221.) si svolga da una fiala (*m*), e gettisi pel tubo adducitore (*a*) in un vasetto (A). Finchè lo svolgimento è energico, la pressione del gasse supera l'atmosferica, e quella della colonna liquida (*on*) contenuta nel tubo (*b*). Ma, rallentandosi lo svolgimento o raffreddandosi la fiala, l'eccesso della pressione esterna sull'interna solleva il liquido nel tubo adducitore, e superando anche la pressione della colonna liquida (*oc*), che ne nasce, spinge il liquido medesimo nella fiala. D'altra parte se il tubo adducitore venga per qualsivoglia cagione ad ostruirsi, o riesca insufficiente a dar esito a tutto il gasse, questo potrà acquistare una elasticità tale da far saltare in pezzi la storta. Si pone riparo a tali disordini coi così detti *tubi di sicurezza*. Il più semplice consiste (fig. 222.) in un tubo verticale (*Co*), che trapassa il turacciolo della fiala (M), e pesca per qualche centimetro nel liquido contenutovi. Il quale è forzato a salire nel tubo di sicurezza, appena l'aeriforme svolgentesi acquista una

somma dei volumi dei componenti, cui tempo fa chiamavano *acido muriatico*. Il quale è scolorito, di odore soffocante, di densità 1,25, e solubilissimo nell'acqua. La sua soluzione satura, ma pura, è scolorita e spande de' fumi bianchi, perchè una parte dell' acido combinasi al vapor d' acqua: mescolata ad un terzo o quarto in peso di acido nitrico forma l'*acqua regia*. In questa i metalli si trasformano in cloruri: dacchè l' acido nitrico dà un poco del suo O all' H dell' acido clorodrico, e così il Cl allo stato nascente, cioè nella condizione più propizia per le combinazioni, incontra il metallo.

5° Il Br si ritrova in molti animali e vegetali marini, nelle sorgenti di acqua salsa, ed in qualche minerale. Ingiallisce la pelle, distrugge i colori di molti vegetali, e l' inchiostro comune; se ne conosce la presenza per la sua proprietà di formare coll'amido un precipitato di colore arancio. È più solubile nell'acquarzente e nell'etere, che nell' acqua; ma la luce altera tali soluzioni. Decompone l'acido *iodidrico*, ma il Cl toglie facilmente l'H all'acido bromidrico.

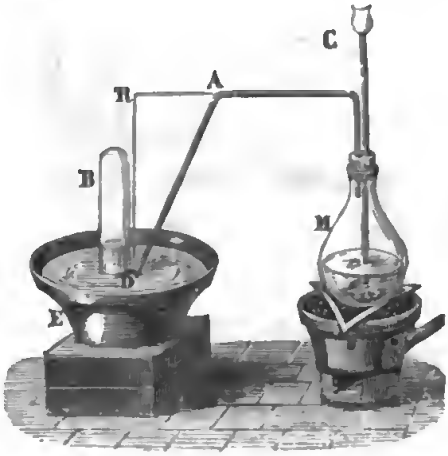

Fig. 222.

6° Lo *iodio* non è ancora stato ritrovato puro, ma sempre

pressione superiore all'atmosferica, e può gettarsi nella campanella (B), ove si vuole raccogliere. Quindi è che, al diminuire della pressione interna, l'esterna spinge l'acqua della bacinetta (E) a salire fino ad una certa altezza nel tubo adducitore (AD); ma come essa s'esercita anche nel tubo di sicurezza (Co), fa discendere il liquido della fiala; e proprio altrettanto, se questo pesa quanto l'altro. E perciò la parte (*ro*) immersa del tubo verticale essendo più breve dell'altezza (DH) del tubo adducitore, l'aria entrerà per quello nella fiala, e non vi sarà assorbimento. Anzi il tubo verticale può impedire anche le esplosioni. Dacchè, quando il tubo adducitore (AD) non è più sufficiente al troppo rapido svolgimento del gasse, il liquido della fiala è spinto fuori pel tubo verticale; e per questo medesimo esce l'esuberante gasse.

Il tubo di sicurezza può anche esser fatto ad *esse* e allora chiamasi *tubo di Welter*. Questo tubo (fig.223.) prima scende (*ei*), e poi sale (*ic*); e nella

rinviensi come un ioduro combinato con certi metalli in varii minerali, nelle acque marine, in molte acque minerali, e termali, nella più parte delle acque dolci, in certi fuchi, ulve, ed altre piante marine, nelle spugne, ed in varii molluschi e

parte discendente à una bolla (*a*). Per adoperarlo s'empie, col liquido della storta, tutta la parte sottoposta al centro della bolla. Quando la pressione interna della storta (M) supera l'esterna, il livello del liquido nel braccio ascendente è più alto di quello della bolla (*a*); quando le due pressioni si bilanciano, i due livelli sono nello stesso piano; quando in fine l'esterna supera l'interna, s'abbassa il livello del detto braccio, senza che s'innalzi sensibilmente l'altro nella bolla. Ma siccome la distanza, che passa fra la bolla (*a*) ed il punto infimo (*i*) del tubo, è minore dell' altezza (*bh*) della parte emergente del tubo adducitore; l'aria entrata nel tubo di sicurezza, appena giunge al detto punto infimo (*i*), solleva la più breve colonna liquida (*ia*), ed entra nella storta prima che vi arrivi l'acqua. Così la pressione interna aumenta, e l'assorbimento diviene impossibile. Ove poi la pressione interna fosse per travalicare i confini della tenacità della storta, prima di spezzar questa troverà uno sfogo innocente sbalzando fuori il liquido contenuto nel tubo di sicurezza.

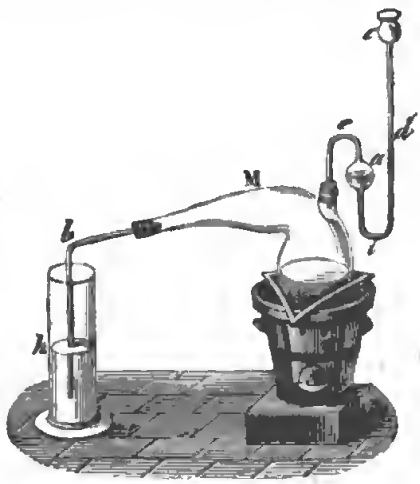

Fig. 223.

Spesso avviene di dover far passare un gasse per diverse bocce lavatrici; e allora ciascuna boccia più è prossima alla storta e maggior pressione deve soffrire. Infatti (fig.224.) l'ultima boccia (E) sostiene la sola pressione atmosferica. La penultima (D) risente la stessa pressione, più quella (*d*) della colonna liquida contenuta nella porzione del tubo comunicante (R) immerso nel liquido dell' ultima. L'antepenultima (C) soffre le due sopraddette pressioni più quella (*c*) della colonna liquida della boccia susseguente; e così via dicendo. Finchè finalmente la storta soffre, oltre la pressione atmosferica, tutte le pressioni delle colonne liquide racchiuse nei tubi di comunicazione. Ond'è che, se le bocce sien molte, assai grande è il pericolo di esplosioni o di assorbimenti. Ma le une e gli altri si evitano col così detto *apparecchio di Woolf*. In cui ogni boccia à tre colli; dei quali i due laterali servono alla comunicazione, ed il mediano accoglie un tubo di sicurezza, che dev'essere più lungo della somma delle parti immerse dei tubi di comunicazione di tutte le bocce successive: inoltre il matraccio o storta (A) è munito del suo tubo *ad esse*, lungo quanto esige la sopraddetta regola. S'intende age-

testacei. Si estrae dalle ceneri delle piante marine. Non disorganizza le sostanze organiche, ma si combina con varie di esse; è poco solubile nell'acqua, ma assai bene nell'acquarzente e nell'etere. Fa coll'O *l'acido iodico*, ed altre combinazioni; coll'H forma *l'acido iodidrico*; e col N lo *ioduro di nitrogene*, il quale a contatto dell'aria scoppia terribilmente.

7° Il Fl è ciò che unito al Ca forma quel minerale, che chiamasi *spatofluore*, e che però deve ritenersi per un *fluoruro di calcio*. Esso unito all'H fa *l'acido fluoridrico*, che è un gasse scolorito, di odore penetrante, corrosivo delle so-

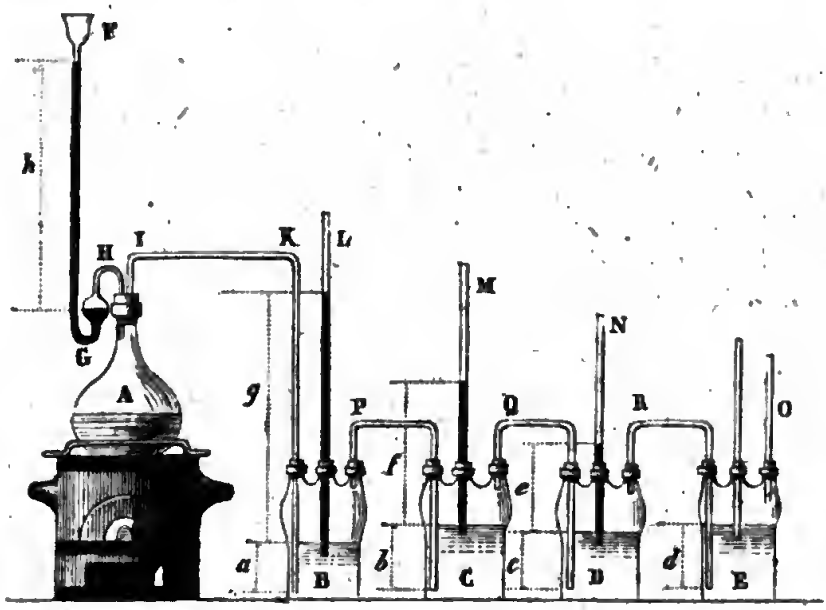

Fig. 224.

stanze organiche, capace di attaccare tutti i metalli, meno (se non contenga acido nitrico) il Ph, Pl, Ag, ed Au; atto a produrre col solo contatto piaghe ed infiammazioni pericolose,

volmente che le pressioni esercitate dalle colonne liquide crescono colle densità dei liquidi medesimi; e però nella determinazione delle lunghezze dei tubi di sicurezza dev'essere valutato anche quest'ultimo elemento.

I tubi di sicurezza, ove terminino superiormente in un imbutino, recano anche il vantaggio di poter aggiungere del liquido nei vasi, ai quali sono annessi, senza smontare l'apparecchio.

fumante nell'aria umida, e assai solubile nell'acqua; la quale, se ne sia satura, ne acquista tutte le proprietà. Se n'è trovato nel topazio, in certi minerali, nelle ossa di alcuni animali, ed in qualche sorgente; il che riesce agevole per la sua caratteristica di attaccare fortemente il vetro, e corroderlo, in virtù dell'azione che esercita sulla silice di questo. Perciò è adoperato ad incidere ed appannare i cristalli.

***65. Combinazioni del solfo, fosforo, selenio, tellurio, ed arsenico.** — Questi 5 semplici alla temperatura ordinaria sono solidi, ma facilmente divengono liquidi o vapori, ed ardono nell'aria formando degli acidi.

I. SCOLII. 1° Il S è un corpo duro, friabile, semitrasparente, se sia stropicciato alquanto odoroso e sapido, crepitante, e di frattura lucente. Scaldato sopra 200° e gettato nell'acqua fredda subisce una modificazione allotropica, nella quale è bruno e per qualche giorno anche spugnoso, duttile, ed elastico. Un certo Berthelot annunzia, che il S è capace di un'altra allotropia, nella quale non è nè solubile, nè cristallizzabile. Si ritrova puro, e talvolta anche cristallizzato. Trovasi ancora combinato in moltissimi minerali, nel gesso, nelle acque dette *epatiche* e *sulfuree*, nei semi di certe piante, nei capelli, e nella lana. È sciolto bene dagli olii, dal solfuro di C, assai poco dall'acquarzente, e niente affatto dall' acqua. Per solidificazione umida cristallizza in tutt'altro sistema, che per fusione, ossia è dimorfo. Allo stato di vapore forma i solfuri bruciando certi metalli, e fino quelli che non bruciano nell'O, come sarebbe il Cu, e l'Ag.

2° Il S fa coll'H l'*acido solfidrico*, ed il *bisolfuro d'idrogene;* coll'As produce il *bisolfuro*, che in commercio dicesi *realgar*, ed il *trisolfuro* cognito sotto nome di *orpimento*; pel solo contatto di 1 sua parte con 2 di Ph nasce con esplosione il *fosfuro di solfo;* coll'O fa 7 combinazioni acide ben conosciute, cioè *acido iposolforoso* S^2O^3, *acido iposolforico trisolforato* S^3O^5, *acido iposolforico bisolforato* S^4O^5, *acido iposolforico monosolforato* S^5O^5, *acido solforoso* SO^2, *acido iposolforico* S^2O^5, *acido solforico* SO^3. Due di queste, ossia l'acido solforoso ed il solforico sono le più importanti.

3° L'acido solforoso, che sviluppasi naturalmente nei con-

torni dei vulcani, o quando il S brucia nell'aria, è un gasse di odore soffocante, che irrita i polmoni, provoca le lacrime, distrugge la materia colorante e serve all'imbianchimento della seta e della lana, che sarebbero assai attaccate dal Cl; liquidisce a — 10°; ed anche a + 15°, ma sotto la pressione di 2 atmosfere; ed evaporando produce un freddo di — 60°.

4° L'acido solforico trovasi combinato a varii ossidi metallici, e specialmente alla calce, allumina, potassa ed ossido di Fe. Ottenuto per via di analisi col distillare il solfato di Fe, contiene pochissim'acqua e dicesi *di Nordhausen*, o di *Sassonia*, oppure *fumante*: perchè spande fumi nell'aria, condensandone il vapor d'acqua. Ricevendo i vapori dell'acido solforico fumante in un pallone immerso in un miscuglio frigorifero, ottiensi anidro, sotto l'aspetto di una massa cristallina, bianca, molle, fusibile a 25°, fumante, deliquescente, capace di ardere ed esplodere terribilmente (ove cada in poca acqua), di infiammare il Ph, e bruciare coi suoi vapori la calce e la barite. Si à per concentratissimo e dicesi *monoidrato* quello, che contiene 18,36 per 100 di acqua, cioè $SO^3 + HO$. Allora è un liquido scolorito, inodorifero, e di sapore acidissimo, che disorganizza le sostanze organiche col determinare il loro O ed H a formar l'acqua, di cui è avidissimo, ed in cui sciogliesi svolgendo intenso calore; assorbe col vapor d'acqua anche i *detritus* organici sparsi nell'atmosfera e li carbonizza; e però prima ingiallisce, poi si oscura, e finalmente annerisce. Vi è anche *l'acido solforico biidrato*, ossia $SO^3 + 2HO$, ed il triidrato $SO^3 + 3HO$. Quello che contiene anche più acqua si ritiene per diluito, ed è più efficace dell'idrato nell'attaccare i metalli assai ossidabili, come il Fe, e lo Zn. Anzi il diluito attacca il Cd, Co, Cr, Ni, Vd, ciò che non può fare il monoidrato. Ma per agire sui metalli meno ossidabili à bisogno di essere concentrato, e dell'aiuto del calorico. L'acido solforico gode per le basi di un'affinità, che non à pari; ed esercita un'azione così energica sulla barite, che i sali solubili di questa sono il reattivo migliore per scoprire la sua presenza e quella dei solfuri.

5° Il Ph non si rinviene puro, ma sta in molti composti specialmente organici. Si trova nella midolla cerebrale, e

nei nervi di quasi tutti gli animali; nelle ossa dei quali abbonda combinato all' O; e con questo e colla calce forma dei grossi strati in certe montagne. È sciolto bene dal solfuro di C, poco dall'acquarzente e dall' etere, niente affatto dall'acqua. Per la grande affinità che à coll' O, a contatto dell' aria soffre una lenta combustione; e però vedesi cinto di un vapore luminoso, il quale è *acido fosforoso*. Per la qual cosa bisogna conservarlo in vasi pieni d'acqua distillata, ed ermeticamente chiusi. È un fatto per altro tuttora inesplicabile che, quando il Ph sia immerso in O puro, non à luogo la detta lenta combustione, se non a condizione che o l'O sia estremamente rarefatto, o il Ph abbia una temperatura superiore ai 20°.

6° Il Ph a 60° assorbe ad un tratto l'O puro, da cui è ambito, e con una brillantissima combustione si solida. La combinazione rapida del Ph coll'O, vuoi puro, vuoi atmosferico, produce *l'acido fosforico*, il quale à una grande azione corrosiva.

7° Il più mirabile esempio di allotropismo, che sia conosciuto (57.VI. 9°), ci vien porto precisamente dal Ph rosso, o (come anche lo chiamano) *amorfo*. Il che avviene ogni qual volta esso è posto in un ambiente, con cui non à affinità veruna, ed è elevato ad una temperatura prossima ai 240°.

8° Il Ph si combina coll'H allo stato nascente in proporzioni diverse, e forma differenti *fosfuri*, *il monoidrico*, *il biidrico*, *il triidrico*. Un piccolo (fig.225.) matraccio (M) si riempie per tre quarti di una soluzione di potassa caustica, vi si aggiungono alcuni frammenti di Ph, e si riscalda. Quando è uscita tutta l'aria dal matraccio, vi si adatta un tubo adducitore (A), che vada a tuffarsi nell'acqua di una bacinetta (B). Si vedrà un fenomeno molto sorprendente, ed è che ciascuna bolla del gasse, appena esce dal tubo e tocca l'aria, s'infiamma, e produce una corona di vapori bianchi; la quale a mano a mano che si solleva (N, O, P, Q) si allarga, quindi (R) si rompe, e svanisce. È probabile che i fuochi fatui de'cimiterii, e le fiammelle, che talora escono dalla bocca di qualche malato, sieno prodotti da un simile fosfuro gasseo, il quale svolgasi naturalmente colà dove ritrovansi delle sostanze animali in putrefazione.

9° Il Se si rinviene unito al Cu, all'Ag, all'Hg, al Co, al Pb. Coll'O forma *l'acido selenico*, e coll'H il gasse *acido selenidrico*, il quale fra gli inorganici è il più deleterio di tutti. Quando il Se brucia all'aria produce un poco d'*ossido di selenio* (che è quello, il quale tramanda il puzzo di rape fracide), e *l'acido selenioso*, il quale è solubile nell'acqua, e decomposto offre una modificazione allotropica, essendo all'incontro del Se insolubile nel solfuro di C.

10° Il Te è molto raro, e trovasi unito all'Au, all'Ag, al Fe, ed al Bi. Scaldato nell'aria combinasi coll'O, e forma *l'acido telluroso* sotto l'aspetto di un vapore denso, che poi cangiasi in polvere bianca. Fa anche *l'acido tellurico*, e coll'H il gass'*acido telluridrico*, che somiglia nell'odore al solfidrico, ma ne è più deleterio.

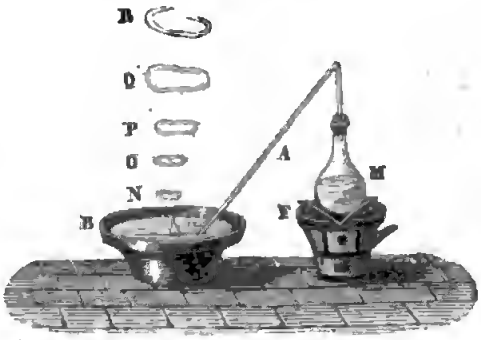

Fig. 225.

11° L'As trovasi talvolta nativo, tale altra unito all'O, alla calce, al Fe, ed all'Sb, all'Ag, e più spesse al S e Co. Puro non è velenoso, ma i suoi composti sono assai venefici. Esso può unirsi a molti metalli, e la sua più piccola dose è capace di renderli più fragili, più fusibili, e talvolta anche più bianchi. Il prodotto della sua combustione nell'aria è *acido arsenioso*. Questo appena ottenuto è in masse vitree scolorite, le quali poi imbianchiscono e diventano simili alla porcellana: quindi in questi suoi due stati isomerici à ricevuto i due nomi di *acido vetroso*, ed *acido porcellanico*. L'As può combinarsi con maggior dose d'O, e allora fa *l'acido arsenico*; coll'H a stato nascente, e dà il gass'*arseniuro d'idrogene*. Questo arde con fiamma livida, la quale à la proprietà di macchiare con As puro i corpi, cui tocca: quindi *l'apparecchio di Marsh*. Il quale non è altro che una lampada filosofica (fig.218.), in cui per le indagini di Medicina legale si collocano le sostanze sospette, ed alla cui fiamma si appressa un oggetto di porcellana. Se questo non ne rimane macchiato, si à la cer-

tezza che quelle sostanze non contengono la più lieve traccia di As.

***68. Combinazioni del carbonio, del silicio, e del boro.** — Questi ultimi tre metalloidi, sebbene come i cinque (dei quali parlavamo or ora) sieno solidi, e capaci di bruciare all'aria e formino così degli acidi, ànno per altro la particolarità di rifiutare ogni mutazione di stato.

SCOLII 1° Il C, ove prescindasi dal diamante e da una certa rara grafite, non si ritrova puro; ma sembra che mediante la corrente elettrica siasi ottenuta dal carbone una polvere simile, secondo tutte le apparenze, ai frammenti di diamante.

2° Questo semplice à grande affinità per l'O; bruciando nell'aria dà gass'*acido carbonico*, o almeno dell'*ossido di carbonio*, a cui devesi il fetore, che si sente quando principia a bruciare il carbone. Il quale ossido è un gasse, che brucia con fiamma turchiniccia, convertendosi in acido, ed è eminentemente deleterio, in ispecie per gli animali a sangue caldo; tanto che ne basta un centesimo per convertire l'aria in un fulminante veleno.

3° L'acido carbonico spegne le combustioni; non serve alla respirazione; à densità 1,529; è solubile nell'acqua, la quale ne assorbe tanti volumi pari al suo quante sono le pressioni atmosferiche, a cui soggiace; illiquidisce alla temperatura 0° sotto la pressione di 36 atmosfere, a — 10° sotto quella di 27, ed a quella di — 30° (la quale può ottenersi con un miscuglio di cloruro di Ca cristallizzato e di ghiaccio) sotto sole 18 atmosfere; finalmente a — 70° si solida, sotto forma di massa vetrosa perfettamente trasparente. Si svolge costantemente nelle ordinarie combustioni, e nella fermentazione delle sostanze organiche, e viene emesso naturalmente dagli animali nel respirare, dai vulcani in attività, e da certe sue sorgenti naturali: e perciò si mostrano effervescenti certi laghi o acque, che vengon dette *gassose*; ed è esso che fa spumeggiare la birra, ed il vino detto *sciampagna*. E qui è da notarsi che in questi ultimi casi l'acido si sprigiona a preferenza dalla superficie dei solidi immersi, e dalle pareti del vase contenente il liquido; e ciò perchè ogni molecula del gasse nell'interno del liquido è impedita a svolgersi da tutte

le molecule circostanti; non così a contatto di un solido, dalla parte del quale non risente che molto men forte attrazione.

4° Coll'H fa molte combinazioni; fra le quali, tre meritano maggior attenzione. Una di queste è il *protocarburo d'idrogene*, gasse acroico, composto di 1 volume di C e 2 d'H, che all'aria brucia con fiamma splendidissima. Meschiato ad un poco di N e di acido carbonico forma quel gasse, che in diversi luoghi sviluppasi naturalmente dalla terra e dal fondo fangoso delle acque stagnanti; e però è chiamato *gasse delle paludi*. Un' altra è il *bicarburo d' idrogene* formato da volumi uguali di C ed H, ed è la parte principalissima del gasse dell'illuminazione [1]. Il quale è anche detto *gasse olefico*: perchè all'azione della luce può combinarsi col Cl, e produrre un liquido oleoso e volatile, chiamato *liquore degli olandesi*, come quello, che fu scoperto dai chimici di Olanda Bondt, Dieman, Van-Troostwich, Lauwerenberg. La terza è *il tricarburo d' idrogene*, formato da 2 volumi di C ed 1 d' H; del quale sono modificazioni più o meno leggiere i tre olii minerali, cioè la nafta, il petrolio, e la pece mine-

1 Conoscevasi da alquanto tempo che i combustibili, esposti a temperatura elevata, sviluppano degli aeriformi infiammabili, quando nel 1776 Lebon, ingegnere francese, inventò la sua *termolampa*, specie di fornello, in cui distillava del carbone per ottenerne il calore necessario a riscaldare un' officina e dei gassi per illuminarla. Murdoch nel 1792 introdusse in Inghilterra questo modo d'illuminazione, e nel 1802 costruì una grande fabbrica di gasse, ed illuminò la vasta fonderia di Watt e Balton. Poco dopo fu illuminato a Parigi l'ospedale Sanluigi; e nel 1820 il palazzo ed il quartiere del Lussemburgo. Da allora in poi l'illuminazione a gasse si è rapidamente propagata; ed oramai, non che gli stabilimenti ed i palazzi, le vie di tutte le capitali europee ed americane sono ogni notte con questo metodo rischiarate. Sebbene il gasse per l'illuminazione possa estrarsi dal carbon fossile, dalle resine, dall'olio, dai grassi, e da qualsivoglia sostanza organica; sebbene quello estratto dalla resina sia due volte più splendido, e quello estratto dall'olio lo sia tre volte; sebbene quello del carbon fossile sia più imbrattato di sostanze eterogenee, dalle quali convien separarlo; ciò non ostante è da quest' ultima sostanza, che (tutto calcolato) è più economico lo estrarlo. Siccome la preparazione del gasse esige tre operazioni: la distillazione, la condensazione, e la depurazione; per la distribuzione è necessario il gassometro; e la valutazione della quantità somministrata si fa per mezzo del

rale (*goudron*). La *nafta* (parte principale del solido *naftalina*) è una sostanza liquida, diafana, giallognola, densa 0,75, di odore non molto dissimile da quello dell' olio etereo di trementina; assai infiammabile; e bruciante senza lasciare residui con fiamma chiara, ed emula di quella del gasse; insolubile nell'acqua, ma sì nell'acquarzente, nell'etere, e ne-

così detto *contatore* o *regolatore*; su questi cinque punti terremo separato discorso.

La distillazione (fig.226.) si fa in uno o più fornelli (F, F'), in ciascuno dei quali si collocano 5 o 7 quasi cilindri di ferro (*s*,*s'*,...), detti *storte*, del diametro di circa un piede. Le storte sono disposte in modo, che la fiamma ed il calore debba investirle tutte intorno intorno (passando successivamente per A,B,D,E), e poi gettarsi nel condotto sotterraneo, che conduce al camino alto più di 30 metri. Appena esse sono divenute roventi, vi si mette quella qualità di carbon fossile detto anche *litantrace*, cui i Francesi chiamano *houille*, il quale non si ammollisce, nè si converte in un carbone leggiero e poroso, come fa il *carbone* così detto *di terra*; ma dà invece per residuo della distillazione, o come dicono per *coke*, un carbone assai compatto e pesante. Dacchè è necessario che il carbone da distillarsi contenga, oltre il carbonio, molto idrogeno libero, vale a dire eccessivo su quello, il quale si unisce all'ossigeno del carbone medesimo e si converte in acqua; di più conviene che tal carbone sia poco sulfureo, altrimenti lo zolfo, oltre che conferirebbe al gasse grande insalubrità, e fetore, logorerebbe anche dell'idrogeno combinandovisi. Introdotto quindi nelle storte il più acconcio carbon fossile, esse chiudonsi ermeticamente con un coperchio (C), stringendolo con una vite di pressione, e si lutano con argilla. Quando il carbone diventa incandescente principia a svolgere un miscuglio di prodotti, altri volatili, ed altri gassei; cioè quelli nominati poco fa, ed inoltre naftalina, vapor d'acqua, creosoto, catrame contenente resine ed olii volatili, ed una leggera soluzione di carbonato e solfidrato d' ammoniaca. E però conviene isolare da tutte queste sostanze eterogene il gasse adatto per l' illuminazione. Tutti questi prodotti, che si sollevano dalle storte, salgono pei tubi (T) annessi alle storte medesime, e quindi scendono nel gran cilindro (KK), chiamato *bariletto* (fig.226, e 227.), che corre davanti a tutti i forni, ed è ripieno per metà d'acqua, nella quale vengono a tuffarsi le bocche dei tubi (T) sopraddetti. Con che è intercettata la comunicazione fra le storte e tutti i seguenti apparecchii. Nel bariletto s'effettua una prima condensazione dell' acqua e del catrame; e però esso è munito di un *purgatorio* per mantenere il liquido ad un livello costante, e fare continuamente scolare l'eccesso dei prodotti condensati.

Ma l'immersione dei tubi (T), per 1 o 2 centimetri nel liquido del bariletto, produce sul gasse una debole pressione: alla quale viene ad aggiungersi tanto quella proveniente dagli attriti e dalle immersioni degli apparecchii seguenti, quanto quella originata dal peso del gassome-

gli olii essenziali; esposta all'aria si addensa, e si oscurisce, avvicinandosi al petrolio, che secondo tutte le apparenze non è che una sua modificazione. Infatti il petrolio le si rassomiglia in tutto; meno che è colorito in nero, o in rossastro scuro, deposita materie viscose, e nel bruciare tramanda fumo e puzzo; distillato dà nafta pura, e lascia per residuo dell'asfalto; esposto all'aria si condensa, diviene anche più

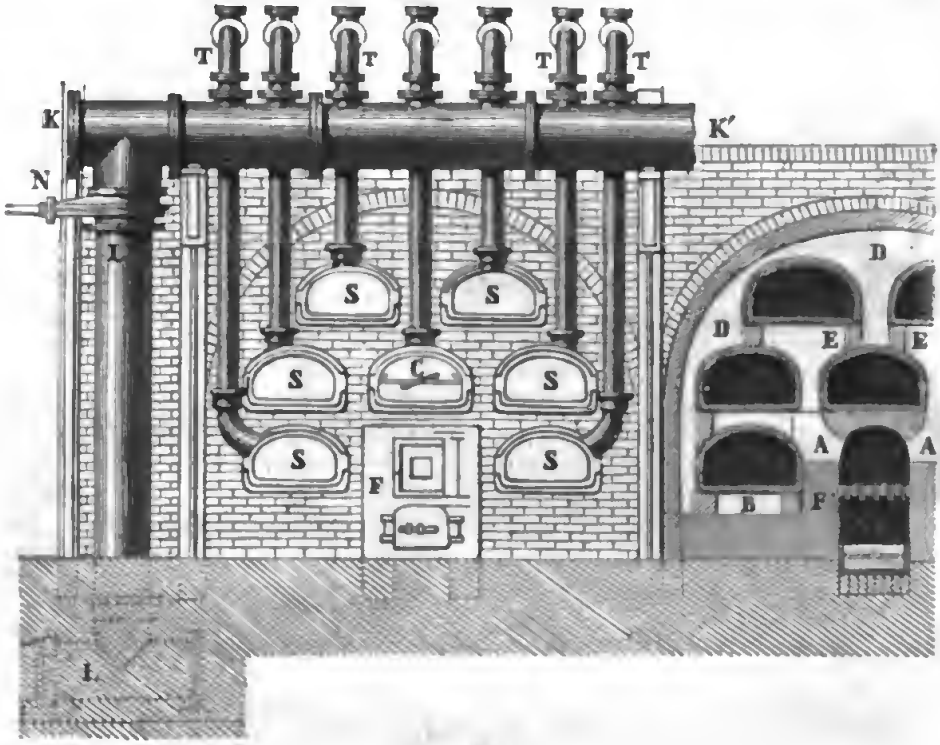

Fig. 226.

tro, cui il gasse dee sollevare; e finalmente, se la fabbrica è più alta dei becchi, nei quali dee ardere il gasse, anche la maggior pressione atmosferica corrispondente alla differenza delle due altezze dal livello del mare. Queste cause riunite fanno sì che la pressione totale arrivi a pareggiare quella di 25 o 30 centimetri d'acqua; pressione che fa deteriorare le storte, e spinge il gasse ad uscire per ogni più piccola fessura. Si potrebbe ovviare a questi inconvenienti collocando la fabbrica più in basso dei siti, ai quali s'à da distribuire il gasse; ma ciò non è sempre possibile. Allora bisogna ricorrere a dei mezzi meccanici per aspirare il gasse a mano a mano che vien producendosi, e spingerlo negli apparecchi seguenti. Un aspiratore assai usato è quello di Pauwels. Esso

scuro, e passa ad essere la pece minerale. Inoltre, poichè la nafta gode della proprietà di sciogliere le sostanze bitumi-

consiste in tre campane (G) messe in fila (in figura non si vede che l'anteriore; perchè si suppone che le altre due rimangano nascoste dietro di essa), ed alternamente alzate ed abbassate dal moto rotativo di una biella (*k*) animata dalla forza del vapore, che si viene formando in un'apposita caldaia. Con che il gasse viene chiamato per aspirazione dal bariletto (K) nel tubo adducitore (FF) e per mezzo di un condotto (L) nel secondo bariletto (H), ed infine per un tubo verticale (*km*) nella campana (G); in

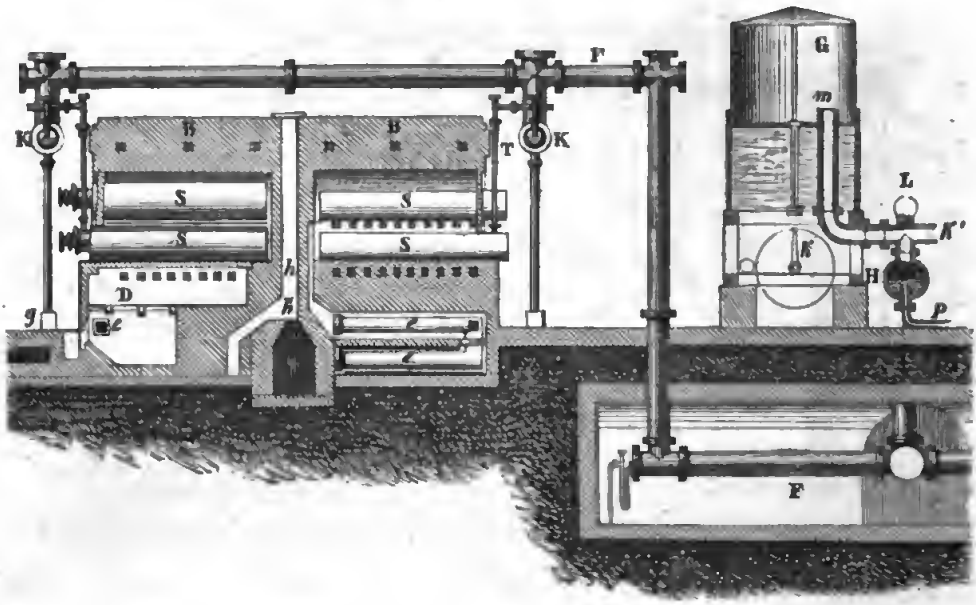

Fig. 227.

virtù poi della successiva pressione viene spinto pel tubo stesso (*mkk'*) nel terzo (fig. 228.) bariletto (I) e per mezzo di un altro tubo (YNN) nel *regolatore* (M). Questo è indispensabile: perchè, se l'aspirazione riuscisse troppo abbondante, il vuoto che si formerebbe nelle storte potrebbe farvi penetrare per le fessure dell'aria, che renderebbe il gasse meno illuminante e forse esplosivo; se poi riuscisse più scarsa della produzione, s'accumulerebbe il gasse fra l'aspiratore e le storte, ed aumenterebbe la pressione. Ora il regolatore si compone di una campana (M) tuffata nell'acqua, ed il tubo adducitore (NN) è piantato sul tubo (CC), che porta il gasse al refrigerante. Però questo tubo (NN) dà accesso al gasse nella campana (M); ma appena la pressione, determinata in antecedenza col regolare il contrappeso della campana, è fornita dall'aspirato-

nose, è naturale che essa traversando un terreno ricco di tali sostanze si cangi in petrolio. È bene sapere che recentemente si sono scoperte in America della sorgenti assai co-

re, un'asta conica (P), la quale passa pel detto tubo, si solleva colla campana, ed è chiuso in questa l'ingresso del gasse. Se poi l'afflusso dalle storte venga a diminuire, la campana (M) e l'asta (P) s'abbassa, lascia entrare del

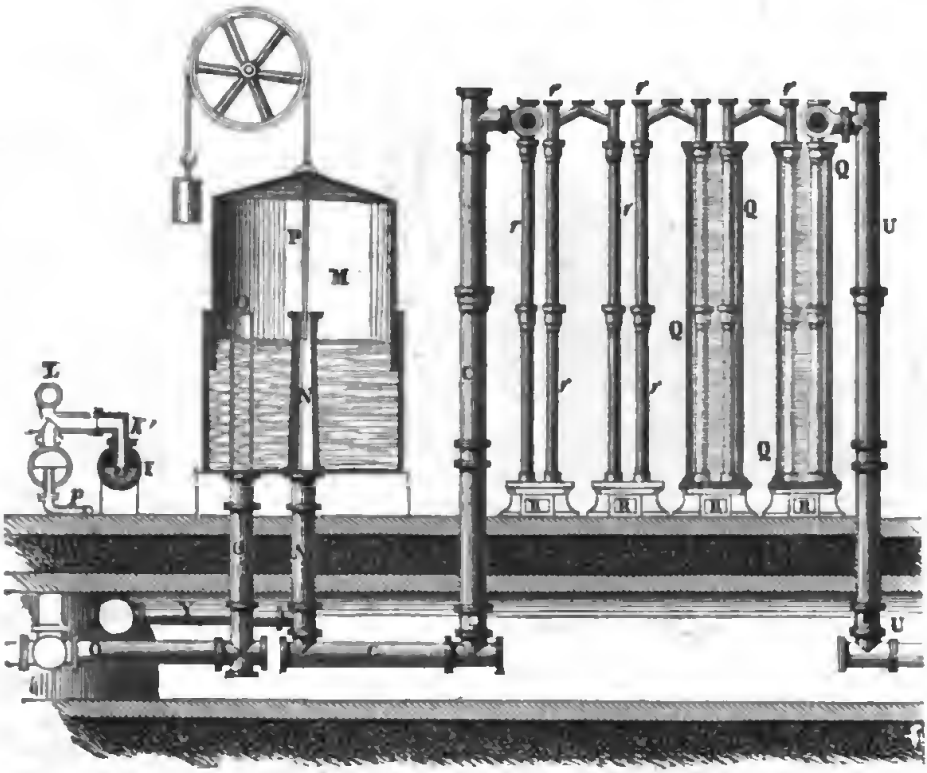

Fig. 228.

gasse; ed il tubo (OO), che comunica coll'aspirazione delle tre campane, somministra a questesse l'aeriforme, di cui mancano. Anzi questo è il caso ordinario: perchè l'aspiratore è fatto per aspirare e premere più gasse di quello, che sia prodotto nelle storte.

Il gasse che esce dal regolatore è condotto per un tubo (CC) nel refrigeratore (rQ), in cui mentre esso raffreddasi viene a condensarsi la maggior parte delle materie liquefacibili; cioè il vapor d'acqua, i sali ammoniacali ed i prodotti resinosi. Il refrigeratore si compone di una serie di tubi (r, r, r), i quali sotto forma di U rovesciati, sono fissati sul cielo

piose di olii minerali; e ve n'à presso Monte Zibio nel modenese, e ad Ammiano in quel di Piacenza, ed in molti altri luoghi di Europa e fuori. Basta forare dei pozzi in tali siti, perchè dentro otto giorni l'acqua che ne sorge si ricopra di un buono strato o di nafta o di petrolio.

5° Facendo passare una corrente di vapore di S traverso al carbone scaldato a rosso in un tubo di porcellana, si ottiene un liquido scolorito, assai volatile, e di odore penetrante.

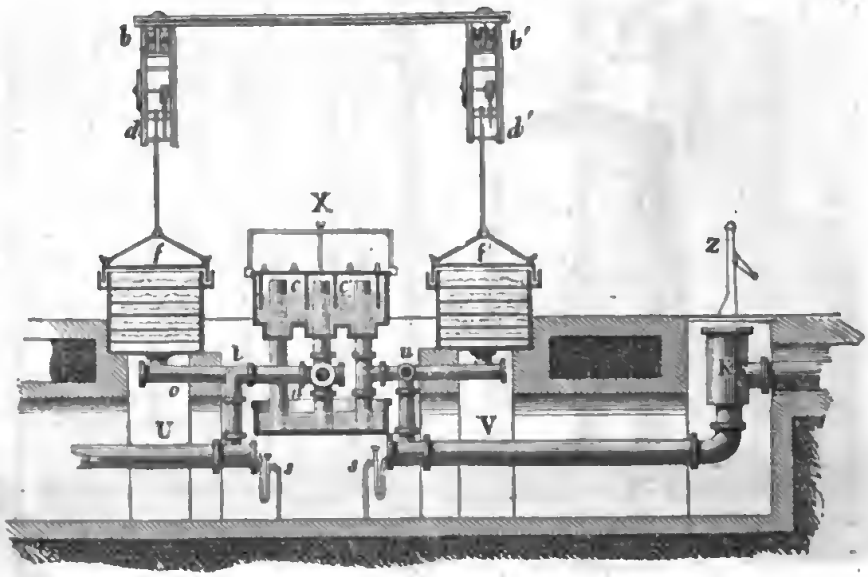

Fig. 229.

di tante casse (R) destinate a spingere il gasse da una loro serie ad un'altra. In estate la virtù refrigerante dell'aria non basta, e però bisogna tenere immerse nell'acqua le ultime due serie (Q) di tubi.

Il gasse uscendo dal condensatore conserva ancora una parte di tutti i suoi componenti, e soprattutto del carbonato e del solfidrato d'ammoniaca, e talora anche dell'acido solfidrico. Per depurarnelo si fa passare successivamente per certe (fig.229.) grandi casse (*ff'*) divise verticalmente in due compartimenti da un diaframma, ed orizzontalmente con quattro o cinque graticci posti uno sopra l'altro, sui quali si spande della calce idrata e pulverulenta. Ogni cassa è chiusa da un coperchio, i cui orli sono tuffati tutto intorno in una tramoggia piena d'acqua, che gira intorno alla bocca della cassa. Il gasse è obbligato ad entrare per la parte inferiore di uno scompartimento ed uscire pel basso dell'altro. Ordinariamente questi depuratori sono quattro, disposti intorno ad un

È questo il *solfuro di* C, che à la virtù di sciogliere il S, ed il Pb, non che di trasformare in solfuri gli ossidi metallici.

6° Il C fa col N il *nitruro di carbonio*, chiamato *cianogeno*, gasse acroico, d'odore irritante, di densità 1,86; il quale comunemente si produce nella incompiuta calcinazione degli organici, brucia con fiamma di color porpora assai caratteristico, illiquidisce alla temperatura ordinaria sotto la pressione di 4 atmosfere, ed anche sotto la pressione normale a — 25°; ed è sciolto dall' acqua. Nelle sue combinazioni

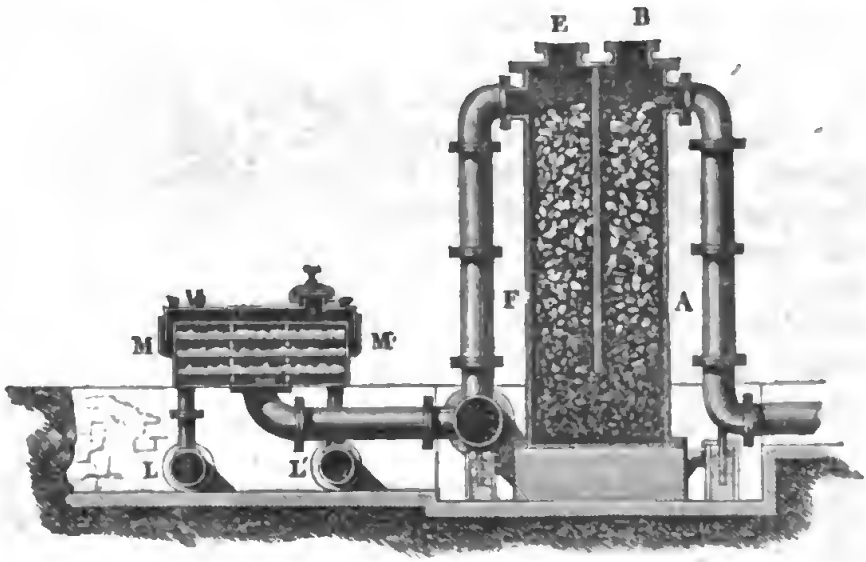

Fig. 230.

serbatoio (X) a campana, la quale è divisa con dei diaframmi in 5 scompartimenti; ed a seconda della posizione di questa campana si può isolare uno qualunque dei depuratori per vuotarlo e riempirlo di calce nuova, e costringere così il gasse a traversare successivamente prima quello che contiene la calce già imbrattata da due passaggi antecedenti, poi l'altro, ed infine quello che racchiude la calce nuova.

Resta ciò non ostante nel gasse del solfidrato d'ammoniaca, e l'ammoniaca messa in libertà dalla calce. Maller, per togliere anche queste sostanze, fa passare il gasse prima pel cloruro di manganese e poi per la calce. Vi à eziandio chi si serve, per la depurazione, dei calcinacci. Come pure per eliminare i vapori globulari resinosi ed ammoniacali, che all'uscire del refrigeratore contiene il gasse, questo si suol far passare (fig.230.) prima per una gran cassa divisa in due e ripiena di coke tritato, e poi pei depuratori (MM) a calcinaccio, o a calce idrata. In

si diporta come un semplice, ed è analogo agli alogeni. Colla maggior parte de' metalloidi e dei metalli forma dei cianuri, che sono altrettanti binarii, e veri sali aloidi, i quali combinansi agevolmente fra loro, e con altri binarii vuoi di primo, vuoi di second'ordine. Il cianuro di ferro è quello che chiamasi *l'azzurro di Berlino*. Il cianogeno, ove incontri l'H allo stato nascente, fa *l'acido cianidrico*, detto *acido prussico*. Il quale si trova nelle acque stillate di varie sostanze vegetali, quali sono le mandorle amare, le foglie di lauroceraso; è un liquido acroico, mobilissimo, volatile; di odore penetrantissimo, non molto dissomigliante da quello delle mandorle amare; all'aria in contatto di un corpo incandescente s'infiamma; anidro è così velenoso, che basta fiutarlo per morire.

7° Naturalmente il C ritrovasi misto a varie sostanze eterogenee, e forma il *carbone*. Il quale, sebbene debba ritenersi per infusibile, ed insolubile, pure investito da una forte corrente elettrica offre segni non dubbii di rammollimento, e di sublimazione. Il carbone, in ispecie se sia molto poroso, e di quello che ottiensi colla distillazione delle sostanze animali, e che chiamasi *nero animale*, assorbe *rapidamente* un gran volume di quegli aeriformi, e di quei liquidi,

ogni modo quando il gasse è stato depurato va a raccogliersi in un grande gassometro, che è costruito diversamente da quelli dei laboratorii chimici.

È il gassometro per l'illuminazione (fig.231.) una grande campana (AB) ordinariamente del diametro di 10, o 12 metri, formata di lastre di lamiera di ferro riunite ed inchiodate. La quale porta sul suo contorno esterno superiore varie carrucole (M,N,O,P), la scanalatura delle quali ingrana in altrettante guide verticali, che ne regolano l'ascensione. Imperocchè da principio la campana viene tuffata sotto l'acqua contenuta in un sottoposto pozzo (CD), e riempiuta di essa coll'aprire un esito all'aria; ma poscia si apre una chiave (X), ed il gasse, che viene dal depuratore, si lascia penetrare (per RGHE) sotto la campana. Ond'è che esso per l'elasticità sua dovrà sollevare la campana, e collocarsi sull'acqua. È quindi manifesto, che tutta la porzione di tal campana emergente dall'acqua è sempre ripiena di gasse. Per la qual cosa quando è ora di distribuire questo infiammabile, chiudesi la chiavetta (X) d'ingresso e si apre quella (Y) d' egresso; e così il gasse per l'altro tubo (FKQS) corre al così detto *distributore*, a cui metton capo tutti i condotti, che si diramano nello stabilimento o nella città da illuminarsi. Perciò l'idrogeno carbonato si ritroverà ugualmente compresso e denso in tutti i canali ed in

nei quali trovasi immerso. Perciò si adopera come decolorante, e disinfettante, rende potabile le acque limacciose, toglie il puzzo alle sostanze, che principiavano a putrefarsi, ed impedisce il corrompimento degli organici. Quindi s'intende perchè sia

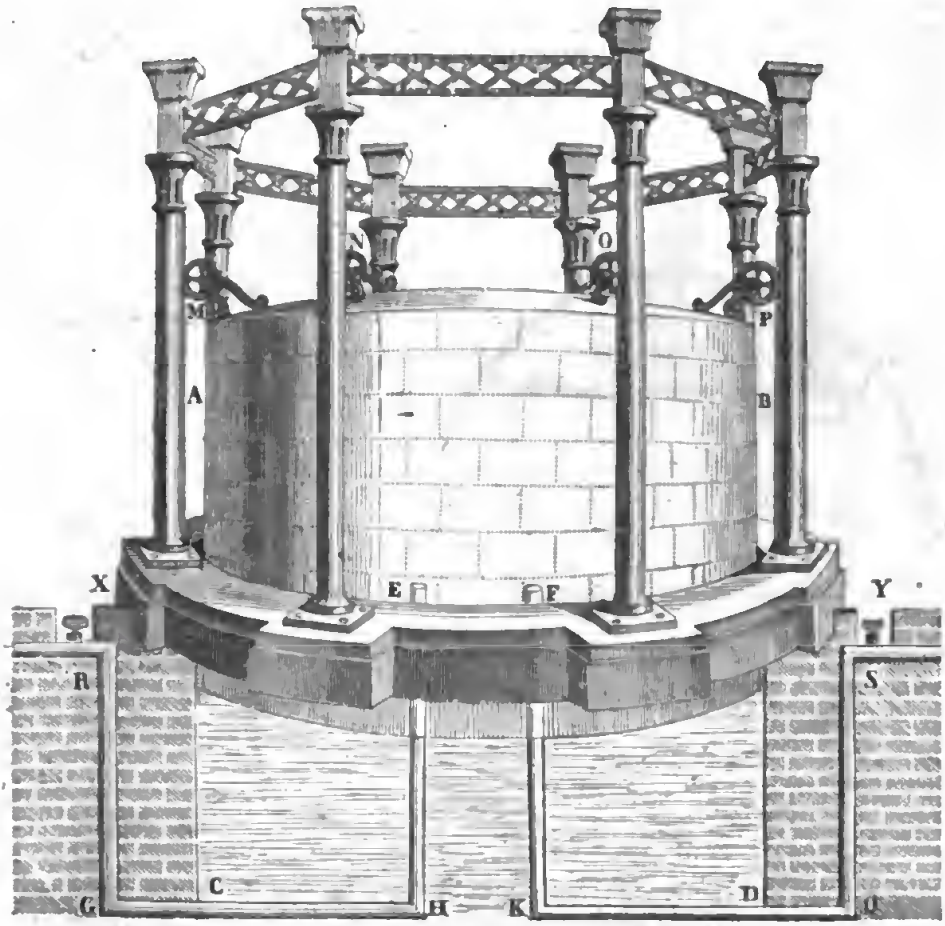

Fig. 231.

tutti i becchi; e per infiammarlo non si avrà che ad aprire la chiavetta del becco perchè esca, e riscaldarlo coll'appressare un cerino acceso.

Da ultimo a conoscere quanto gasse producasi, oppure quanto ne venga somministrato ad un dato stabilimento, città, ecc., è stato imaginato un ingegnoso strumento, che porta il nome di *contatore*. Alla piena intelligenza di questo congegno è necessaria la ispezione di un modello da potersi riguardare in tutte le sue parti interne. Ma a far capire l'artificio su cui è fondato, e gli accorgimenti che vi predominano, ne da-

utile carbonizzare l'interno delle botti e la superficie esterna delle palafitte. Nell'arte *metallurgica*, che insegna il modo di

remo alcuni brevi cenni. S'imagini (fig.234.) un cilindro di metallo (CC), sul mezzo del quale s'intrometta un tubo (B), ed il quale sia fissato in guisa, che i suoi due dischi (CE, CU) rimangano verticali. Si supponga inoltre che nei centri di detti dischi trovisi raccomandato l'asse orizzontale (TU) di un tamburo (PU) o ruota metallica divisa da quattro scompartimenti (Q,S,...) a pareti oblique. Davanti al cilindro (CC), e comunicante con esso, è fermata una cassa (DH) parallelepipeda; in mezzo alla

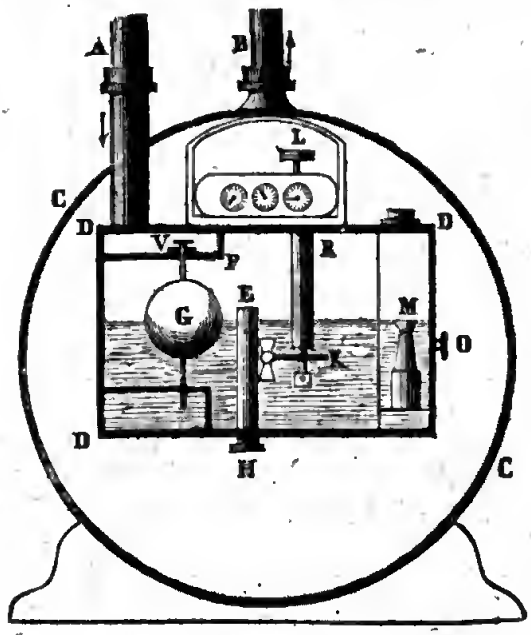

Fig. 232.

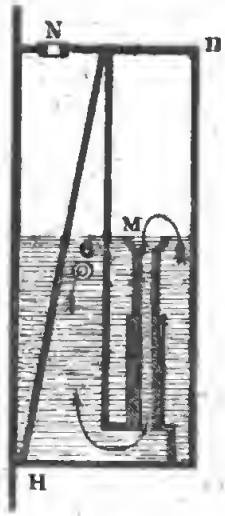

Fig. 233.

quale sporge l'estremità (T) del sopraddetto asse munita di una vite perpetua. Questa cassa à da un lato del suo cielo un piccolo scompartimento (DF), in cui mette un grosso tubo laterale (A), ed al cui fondo trovasi un' apertura chiusa da un turacciolo conico, o valvula (V); valvula che è connessa con una bolla metallica (G). Oltracciò un canale (EKHP), o sifone, mette in comunicazione la cavità superiore della cassetta con quella pur superiore del tamburo girevole. La vite perpetua (T) dell'asse di questo tamburo ingrana in una ruota dentata orizzontale (K), la quale porta un albero verticale (fig.232.), che trapassa per un tubo (RK) parimente verticale (discendente dal cielo della cassa fino sotto al mezzo della medesima) e termina superiormente in un'altra ruota dentata, capace (fig.234.) di mettere in moto una serie (Z) di rocchetti e di ruote. Le quali sono destinate a far girare gl'indici di tre quadranti (fig.232.), con questa leg-

Digitized by Google

estrarre i metalli dalle miniere, nelle quali essi ritrovansi confusi, si conosce come il carbone sia utile per ravvivare i metalli

ge, che ad ogni giro del primo indice il secondo non faccia che 36°, ed il terzo parimente soli 36° per ogni 360° percorsi dal secondo. Finalmente al fianco e dal fondo della cassa medesima si solleva, fino poco sopra alla metà (fig.232,e 233.), un condotto a imbuto (M) comunicante con una bocca di scolo (O). Per potersi servire di questo strumento conviene versarvi (per N) tanto di acqua, che ne resti piena più della metà del cilindro e della cassetta; il che si ottiene lasciando aperta la bocca di scolo (O), e versando acqua (per N) nella cassa, finchè non ne scoli per l'imbuto (M), che fissa il livello costante della medesima. Con ciò (fig.232.) viene a sollevarsi, per galleggiare sull'acqua, la bolla (G) metallica, e ad aprirsi la valvula (V) che stabilisce la comunicazione fra lo scompartimento (DF) e la cassa (DO), a cui questo appartiene; e per conseguenza fra il cilindro (CC) ed il tubo verticale (A). Per lo che, congiunto questo tubo col canale, che porta il gasse allo stabilimento, l'aeriforme trapassando, per la sua elasticità, la valvula (v) si condurrà nella vacuità (F) della cassa, quindi s'intrometterà nel sifone (EP), e si getterà successivamente nei varii scompartimenti del tamburo. Dico *successivamente*: dacchè in ogni istante dall'acqua non emerge che l'apertura di uno scompartimento. Il gasse entrandovi incontra la parete obliqua del compartimento emergente, la urta, fa rotare il tamburo, e con ciò stesso quell'apertura si sommerge sott'acqua, e ne emerge l'altra corrispondente dalla parte opposta; donde il gasse (a mano a mano che lo scompartimento si tuffa nell'acqua) esce dal canale di comunicazione (B). Ma in questo stesso tempo è emersa l'apertura dello scompartimento adiacente, e allora il gasse si getta in questo, e nell'avviarsi all'apertura opposta per uscire striscia sulle pareti oblique e sèguita a far girare il tamburo. Tutto ciò avviene per la ragione stessa, per cui girano le ali dei mulini, ed i piccoli mulinelli da giuoco, formati da quattro o sei penne oblique. Il gasse allora sarà uscito tutto da un dato scompartimento e si sarà avviato pel tubo mediano (B) del contatore ai becchi per ardervi, quando il medesimo scompartimento sarà immerso nel-

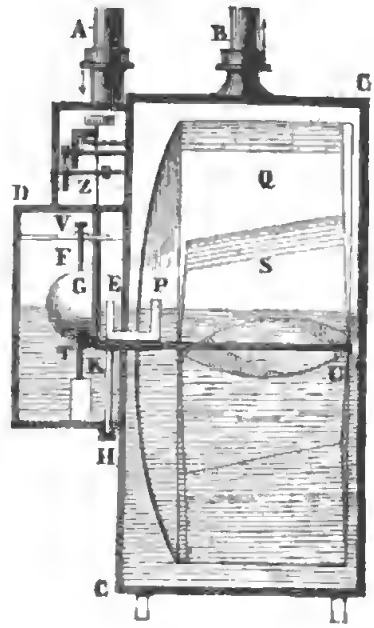

Fig. 234.

dagli ossidi loro. Il vapor d'acqua, nel traversare il carbone fossile rovente, è decomposto; e perciò può concorrere esso pure in gran parte a fornire alimento alle combustioni.

8° Il più importante composto del Si è la sua combinazione coll'O, cioè *l'acido silicico*, detto volgarmente *silice*. Questo acido offre due stati isomerici: poichè il quarzo in polvere è scabro e tendente all'aspetto dell'opalo; mentre la silice ottenuta artificialmente è una polvere molle al tatto, e bianca. La silice non è attaccata che dall'acido fluoridrico; ma si unisce a quasi tutte le basi salificabili, e forma la classe de silicati, che è assai abbondante. Tutte le rocce, che non sono calcari, sono silicee.

9° Il Bo trovasi nelle maremme toscane, nelle quali esiste combinato all'O; ossia in acido borico, e più abbondantemente nella *borace*, o *borato di soda*. A colore rosso, combinasi all'O, bruciando, e convertendosi in *acido borico*. Il quale scioglie gli ossidi metallici, e ad elevata temperatura evapora completamente, e perciò nelle arti e nelle analisi chimiche egli è un solvente assai utile. È per esso che si è giunti a produrre coll'arte il rubino, ed altre pietre preziose.

***67. Ossidi, solfuri, e cloruri metallici.** — Prima di passare a discorrere delle proprietà chimiche dei metalli, e

l'acqua; ma quando questo sia succeduto, un altro scompartimento si riempie; e quando poi questo pure si vuota, se ne riempie un terzo. E così allora il tamburo avrà fatto un giro, quando tutta la sua capacità emergente dall'acqua si sarà empita e vuotata di gasse. Ora tale capacità è una misura conosciuta, e ad ogni giro del tamburo l'indice del primo quadrante segna un grado; e però, ad ogni 100 giri del tamburo medesimo, viene segnato parimente un grado dall'indice del terzo quadrante. Dopo ciò ognun vede, che il consumatore non potrà aumentare la capacita della misura: dappoichè questo non potrebbe farsi che abbassando il livello (M) dell'acqua, e tale abbassamento obbligherebbe la bolla (G) a cadere in basso, ed a chiudere la valvula (V) d'ingresso; ossia resterebbe sospeso il passaggio di altro gasse. Nè il produttore potrà restringere la misura: poichè ciò esigerebbe che il livello dell'acqua superasse la bocca (E) del sifone; ma se tal cosa avvenisse, questo allora si chiuderebbe con acqua, e per riaprirlo converrebbe farne uscire il liquido svitando il bottone (H). Nè è possibile che il livello superi l'altezza dell'imbuto (M); quando abbiasi l'avvertenza di tenere aperto il condotto di (O) nel tempo, che il contatore viene caricato coll'acqua.

specialmente delle loro combinazioni, diremo poche cose degli ossidi, solfuri, e cloruri metallici.

I. DEFINIZIONI. 1ª Fra gli ossidi metallici quelli, che combinansi facilmente agli acidi formando dei sali cristallizzabili, sono chiamati *ossidi basidi*. Son tali i protossidi di ferro, di piombo, di potassio, ed altri.

2ª Quelli invece che formano i sali cristallizzabili, unendosi alle basi assai energiche, e sono restii a combinarsi cogli acidi, diconsi *ossidi acidi*. Appartengono a questa classe gli acidi ferrico, piombico, antimonico.

3ª Si dicono *indifferenti* quegli ossidi metallici, che, come l'allumina, colle basi assai energiche si diportano alla maniera degli acidi, e cogli acidi molto forti fanno da basi.

4ª È stato dato il nome di *singolari* a quelli, che non ànno affinità nè per gli acidi nè per le basi; ma in presenza di un acido liberano una parte del loro O, o del metallo, e convertonsi in ossidi basici. Esempigrazia il biossido di Mn a contatto dell'acido solforico si tramuta in protossido e si combina all' acido; l' ossidulo di Pb per l' influsso di un acido si divide in piombo, ed in ossido, e questo s'unisce all'acido.

5ª Chiamansi *ossidi salini* quelli, che risultano dalla combinazione di un ossido basico con un altro ossido del metallo stesso, ma più ossigenato; come sarebbe l' ossido magnetico di ferro ($Fe^3O^4 = FeO, Fe^2O^3$).

6ª Sono chiamati *solfosali* i sali, che ànno per base un protosolfuro metallico, e per acido un altro solfuro. È tale il solfocarbonato di protosolfuro di potassio.

II. SCOLII. 1ª Tutti gli ossidi metallici sono solidi, opachi, fragili, e di apparenza terrosa, e però già furono chiamati *terre* e *calci metalliche*. Quanto alle loro proprietà chimiche, tutti gli ossidi metallici delle ultime sopraddette tre classi, se sieno riscaldati a dovere, vengono ridotti dall' H, e meglio poi dal C. Per esempio dagli ossidi di Fe e di Zn, immersi a calore rosso nell'H, ottiensi il vapor d'acqua; d'altra parte il Fe e lo Zn al calore medesimo, esposti ad una corrente di vapore d'acqua, si ossidano, e lasciano libero dell'H; gli ossidi di K, e di Na sono scomposti dal C a calor bianco.

2° Ogni metallo può combinarsi col S, e formare un solfuro. Tutti i solfuri sono alterati dall'O a temperature più o meno elevate, e la maggior parte di loro anche a freddo, specialmente sotto l'influsso dell'umidità. Svolgono allora dal gasse acido solfidrico, e si convertono in solfati. Taluni per altro si tramutano in ossidi, ed altri sono perfettamente decomposti.

3° Come pure ogni metallo, se venga riscaldato in una corrente di Cl, si tramuta in cloruro. Ma all'azione del calorico ed in presenza dell'O (ed anche in sua assenza, ove trattisi di metalli nobili) si scompongono, e il più delle volte convertonsi in ossidi.

4° I bromuri ed i ioduri metallici si preparano come i cloruri; vanno soggetti alle stesse reazioni; e più di essi risentono l'azione del calorico.

***68. Combinazioni del potassio, sodio, litio, bario, strontio, calcio.** — Uniamo insieme questi sei metalli, perchè essi decompongono assai bene l'acqua anche a freddo, ed alla temperatura ordinaria combinansi con rapidità all'O dell'aria.

SCOLII. 1° Il K può trarsi dall'idrato di potassa trattato col Fe e col carbone; ma suole ottenersi riscaldando altamente il carbonato di potassa meschiato al carbone. Serve per la riduzione degli ossidi restii all'azione del carbone, e fu adoperato per incendiare sott'acqua la polvere. A grande affinità per l'O, con cui fa due composti: il *protossido* KO, ed il *perossido* KO^2; il primo dei quali è la più potente base, che si conosca, e coll'acqua fa l'*idrato di protossido* di K, cioè la *potassa*. La quale in Chirurgia serve a cauterizzare le carni, e dicesi *pietra da cauterio*. Il *cremore di tartaro* è *bitartrato di potassa* purificato; il *nitro*, o *sal nitro*, è *nitrato di potassa*; il *piroforo*, che arde pel solo contatto dell'aria, è *solfato di potassa* scaldato con metà di nero di fumo; *il fegato di solfo* è *pentasolfuro di potassio*. I sali di questo (come tutti gli altri sali alcalini) si rifiutano a dare verun precipitato nelle soluzioni dei carbonati alcalini; ma possono riconoscersi dagli altri per la grande affinità, che ànno sì per l'acido tartrico formando ùn *bitartrato* quasi insolubile nell'acqua, come pel solfato d'allumina, con cui fanno un *solfato doppio* facilmente cristallizzabile in ottaedri.

2° Il Na si ottiene mischiando, e riscaldando bene il carbone, ed il carbonato di soda. Esso toglie l'O alla maggior parte dei corpi ossidati, ed all'aria; e però conviene conservarlo, come il K, in olio di nafta. Il Na fa col Cl il *sal marino* ed il *salgemma*; e l'uno e l'altro è *cloruro di sodio*. Coll'O fa il *perossido*, ed il *protossido* detto *soda*, che è una base salificabile. Il *sal di Glaubero* è *solfato neutro di soda*; la *soda di Malaga* ne è un carbonato; il *nitro cubico* ne è il nitrato; il *borace* ne è il borato neutro. Tutti i sali di Na sono dall'acido solforico convertiti in solfati di soda; che ànno forma prismatica a sommità diedre, sono efflorescenti, e tingono in giallo le fiamme de' combustibili.

3° Il Li è assai raro, perchè il suo *ossido* o la *litina*, donde s'estrae, scomponendolo coll'elettricità non ritrovàsi che in piccole dosi in certi minerali, fra i quali i più importanti sono la *petalite*, e la *lepidalite*. Il Li decompone l'acqua (come il K ed il Na). La litina attacca fortemente il Pl; ed i suoi sali sono caratterizzati dal precipitato, che dànno coll'acido fosforico e coi fosfati alcalini.

4° La *strontiana*, donde fu estratto lo Sr, è un *protossido* di Sr, che trovasi in molti luoghi, ed anche in Italia, ed à per carattere distintivo la proprietà di comunicare un bel rosso alle fiamme. I sali di Sr non sono precipitati, come quelli di Ba, da una soluzione di cromato di potassa.

5° Il Ba si ottiene inviando una corrente di vapore di K sulla *barita*, che è *protossido di* Ba. La quale à grande affinità per l'acqua, e fa varii sali. Anche questi rendono gialle le fiamme, ma essi distinguonsi perchè le soluzioni dei solfati, e l'acido solforico ci determinano un precipitato bianco, detto *spato pesante*, che è *solfato di barita*, insolubile nell'acqua ed in tutti gli acidi meno il solforico.

6° Il Ca a contatto dell'aria si converte in *protossido di* Ca o *calce*. La quale, se è anidra, dicesi *calce viva*; se poi viene immersa nell'acqua, fa l'*idrato di calce*, o la *calce estinta*. La calce ritrovasi in abbondanza combinata agli acidi, in ispecie carbonico e solforico: col primo dei quali fa il *carbonato di calce*, che trovasi in istrati potenti in tutti i terreni di sedimento, costituisce il marmo statuario, le stal-

lattiti e le stalagmiti [1]. Col secondo fa il *solfato* detto *gesso*, o *pietra da stucco*. L'*apatite* è un *solfato di calce* cristallizzato. Il *cloruro di calce* di commercio è un miscuglio d' ipoclorito di calce, di cloruro di Ca, e di calce idrata. I sali di Ca si distinguono dal precipitato bianco, cui nelle loro soluzioni producono l'ossalato di ammoniaca, ed anche l' acido ossalico, ed i carbonati alcalini.

***69. Combinazioni del magnesio, manganese, zirconio, glucinio, torio, ittrio, erbio, cerio, lantanio, didimio.** — Questi metalli pure ànno una forte affinità per l'O, e si ossidano all'aria, in ispecie umida; ma per decomporre l'acqua ànno bisogno di una temperatura alquanto alta. Non avendo nulla a dire intorno all'E, Tb, La, D, faremo qualche avvertenza intorno agli altri.

SCOLII. 1° La *magnesia*, o *protossido di* Mg, non mai pura, ma sempre combinata, ritrovasi in varii minerali, nelle acque del mare, ed in alcune sorgenti. La *magnesia bianca* delle farmacie è idrocarbonato di magnesia. La magnesia è una base potente, ed efficace contravveleno contro l'acido arsenico. La *dolomite* è un carbonato doppio di calce e di magnesia. Il *talco* e la così detta *schiuma di mare* sono silicati di magnesia idrati: la *serpentina* è silicato con idrato di magnesia. I sali di magnesia sono bianchi ed amari; e le soluzioni loro, se sieno alquanto diluite, non sono intorbidate (come quelle di barita, strontiana e calce) dai solfati alcalini, se poi vengano trattate coi carbonati di potassa o di soda, dànno un precipitato bianco e gelatinoso.

2° Sebbene l'aria assai secca non agisca sul Mn, l'umida per altro lo riduce ad ossido nero; e quindi non può conservarsi che o in olio di nafta o in tubi di vetro chiusi a fuoco. Il Mn si ottiene riducendo uno de' suoi ossidi mediante il carbone ad alta temperatura. Esso riscaldato brucia vivamente nell'a-

1 Molte sorgenti naturali contengono carbonato di calce sciolto per un eccesso d'acido carbonico. Queste acque, attraversando le fessure degli scogli ed arrivando all'aria, perdono il loro acido carbonico; e quindi resta solo il carbonato di calce, parte attaccato alla volta donde esse filtrano, parte depositato sul suolo, ove le medesime cadono a goccia a goccia.

ria, e portato a 100° decompone rapidamente l'acqua. Quando s'inumidisce manda un fetore, che è dovuto allo svolgimento di H impuro. Esercita grande azione sugli acidi; nel solforico dà dell'H, nel nitrico dell'H e dell'Az.

3° La *magnesia nigra* è *biossido di* Mn; ma ritrovasi anche un *sesquiossido* ed un *protossido* salificabile. I sali di questo ànno il colore dell'ametista, e le loro soluzioni colla potassa e colla soda dànno un precipitato bianco, che imbrunisce nell'aria; col cianuro giallo di Fe e di K lo dànno color di rosa.

4° Si ottiene lo Zr, decomponendo col K il suo fluoruro a calor rosso. Gli acidi non vi ànno azione, ma il fluoridrico lo scioglie anche a freddo. Nell'aria non si altera; ma altamente riscaldato vi brucia, e decompone il vapor d'acqua, formando l'*ossido di* Zr, cioè la *zirconia*. Il *giargone* è un *silicato di zirconia*. La potassa e la soda dànno nelle soluzioni dei sali di zirconia un precipitato, che non torna a sciogliersi in un eccesso del reattivo.

5° La *glucina* è stata ritrovata anche nello *smeraldo*, nella così detta *acqua marina*, nel *berillo*, e nella *fenachite*. È col K che da essa può trarsi l'O ed il G. Il quale decompone l'acqua bollente; sciogliesi nella potassa, nella soda, e negli acidi diluiti dando H; gode d'affinità pei metalloidi ed in ispecie pel S, e pel Cl; ma non se ne conosce veruna lega; all'aria riscaldato si converte in glucina.

6° Il Th è quasi infusibile; non decompone l'acqua; ed a calore meno forte del rosso brucia nell'aria, formando l'*ossido di* Th, ossia la *torina*. Questa ritrovasi nella *torite* e nel *pirocloro*.

7° L'*ittria* ritrovasi eziandio nell'*ittrotantalite*, e nell'*orsite*; ed in quanto si differenzia dall' erbina e dalla terbina è un *ossido di* Y.

8° La *cerite* è un triplice silicato, in cui oltre il Ce, vi è anche La, e D.

***70. Combinazioni del ferro, zinco, cobalto, niccolo, cromo, cadmio, vanadio, uranio e tallio.** — Questo gruppo contiene i metalli, i quali, eccetto il caso che trovinsi in presenza di un forte acido, non si combinano

all' O, nè decompongono l' acqua a temperatura più bassa di 100°.

I. SCOLII. 1° Il Fe trovasi talvolta nativo, e spesso è disseminato in mezzo a pietre grigiastre di superficie scoriacea, le quali chiamansi *pietre meteoriche*, *aeroliti*, e *bolidi*. Ordinariamente è allo stato di *ossido*, di *solfuro*, o di *sale*; e si estrae dai suoi ossidi o carbonati. Quello dei fili da gravicembalo o d'*archal* è il meno impuro ferro di commercio. Ma può aversi puro, scaldando fortissimamente in un crogiuolo dei pezzetti di filo d'*archal*, appena ossidati, e misti a poco vetro in polvere. Il Fe nell'aria del tutto alida non si ossida che a calore più alto del rosso scuro. Purissimo ed assai diviso (quale ottiensi riducendolo con una corrente d'H) dicesi *ferro piroforico*, e s'infiamma anche a freddo appena tocca l'aria. Il Fe a contatto dell'aria, se umida, fa l'idrato, se mista ad acido carbonico, fa il carbonato di protossido di ferro. Non decompone l'acqua pura che al calor rosso; ma se l'acqua contenga dell'aria, esso si ossida all'ordinaria temperatura; e l'ossidazione o *ruggine* cominciata che sia, progredisce con rapidità; perchè il Fe fa col suo ossido un elemento voltaico capace di decomporre l'acqua. Per impedirla conviene coprirlo con un velo di Zn; e allora chiamasi *ferro galvanizzato*, e costituisce un elemento voltaico, che promuove l'ossidazione esclusiva dello Zn. È tanta l' affinità che il Fe à per l'O, che basta il calorico eccitato col batterlo su pietra dura, per far bruciare le particelle, che se ne staccano. Il Fe è attaccato con forza dagli acidi; fra i quali il nitrico concentratissimo non lo attacca che alla superficie, e con ciò lo rende, come dicono, *passivo*; cioè quasi inattaccabile ad ogni acido. Facendovene cadere una goccia dell'allungato, e lavandolo, la macchia, se il Fe è dolce, è verdognola chiara; se è acciaio, è nera, perchè scopre il C. I carburi di Fe chiamansi *ghise*; e ve n'à delle *bianche*, delle *grigie*, o *dolci*, delle *picchiettate*, e delle *lamellose*.

2° Il Fe coll'O produce il *protossido*, base energica; il *sesquiossido* base debole; il *triossido*, che fa da *acido*, e così chiamasi. Il *perossido* si trova anidro, ora in bei cristalli romboedrici, e chiamasi *ferro oligisto*; ora in sottili lamine esagone e di-

cesi *ferro speculare*; ora in masse compatte e rosse, e vien detto *ematite rossa*, e dagli artisti *rossetto*; talvolta poi ritrovasi idrato vuoi in masse brune concrezionate, e allora dicesi *ematite bruna*, vuoi in piccoli grani agglutinati a strati, e designasi coll'appellazione di *miniera oolitica*, vuoi mischiato col fosfato e vien denominato *miniera delle praterie*, o *delle paludi*: quando in fine si prepara sotto forma di polvere rossa per gli usi della pittura a olio à nome *calcothar*. La *pirite* è bisolfuro di Fe; il *vulcano di Lemery* è protosolfuro di Fe idrato; il *mispsichel* è Fe, As, e S; il *cianoferro*, o *ferrocianogeno* è un elemento negativo ipotetico, base dei cianuri doppii, i quali però si considerano come *cianoferruri*. Quel sale cristallino rosso, che chiamasi *prussiato rosso di potassio*, è *cianoferrido di potassio* I sali a base di protossido cristallizzati o sciolti sono di color verde smeraldo inalterabili all'aria, e col cianuro giallo di Fe e di K dànno un precipitato verdastro, che all'aria diviene torchino. Fra questi il carbonato dicesi *ferro spatico*; ed il più importante è il solfato usato in pittura sotto nome di *vitriolo verde* o *copparosa verde*. Quelli a base di sesquiossido sono gialli rossastri, e dànno un precipitato, che è nero coll'acido tannico ed infusione di noci di galla, ed è torchino pel sopraddetto cianuro. Coi sali di perossido il prussiato di potassa fa un precipitato d'un bell' azzurro detto *azzurro di Prussia*.

3° I minerali più ricchi di Zn sono la *calamina*, cioè il suo *carbonato* misto spesso a silicato ed a solfato, e la *blenda*, che ne è un *solfuro*. Il meno impuro fra lo Zn di commercio è quello ridotto a lamine assai fine; ma si ottiene puro riducendo col carbone il suo ossido. Lo Zn nell'aria umida si riveste di una pellicola, che è *subossido*, e lo difende da ulteriore ossidazione; riscaldato all'aria s'infiamma e si converte in una materia fioccosa bianca, detta già *lana filosofica* o di *pomfolice*, che ne è *l'ossido*. Il quale mescolato ad olii essiccativi fornisce un color bianco, detto *bianco di zinco*, che può sostituirsi alla cerussa; anzi, all' opposto di questa, è innocente, e non annerisce per le emanazioni sulfuree. Lo Zn è attaccato da tutti gli acidi, fa lega con tutti quasi i metalli, e fra i metalloidi non rifiuta che l'H, il N, il Bo. I suoi sali

sono velenosi, e caratterizzati dalla solubilità in un eccesso del reattivo, e del precipitato bianco d'idrato di Zn prodotto dalla potassa e dalla soda. Il *vitriolo bianco*, che si usa nelle fabbriche di tele stampate, è un *solfato* di Zn.

4° L'ordinario minerale del Co è il così detto *cobalto grigio*, cioè il suo *solfarseniuro*. Il Co è sciolto dagli acidi cloridrico e solforico con isvolgimento di H; e all'aria, se è caldo, si cangia in ossido. Questo è un colorante inalterabile dagli acidi, e la soluzione nell'acido cloridrico dà un *inchiostro simpatico*, che non è visibile se non quando è caldo, per una modificazione isomerica prodotta dal calorico nel cloruro di Co. I suoi sali dànno un precipitato, il quale à colore (che all'aria diventa prima verde, poi nero) indaco colla potassa e colla soda, ma rosso pallido coi carbonati di questi. Il così detto *cobalto grigio* è un *arseniosolfuro di* Co. L'ossido di Co si combina bene coi silicati fusibili, e fa dei vetri di un bell'azzurro. Uno di questi serve a colorare le carte, e dicesi *smaltino* o *azzurro cilestro*. L'ossido stesso è il principio colorante dell' *azzurro di* Co, o *azzurro di Thenard*, usato in pittura.

5° Il Ni ordinariamente ritrovasi combinato all' As e allora fa il *kupfernikel*, o col S; è attaccato dagli acidi, ed all'aria, se è caldo, diventa ossido. Serve a fare varie leghe, che sotto l' influsso dell' O dell' aria si convertono in sali venefici. La lega più conosciuta è il *packfong*, *maillechort*, *argento tedesco*, o *argentana*, che distinguesi dall'Ag per l'attrazione, cui soffre dalla calamita. I sali di Ni anidri sono gialli, idrati sono verdi; e dànno un precipitato verde nei due più forti alcali, e coi carbonati, e fosfati alcalini. Lo *speiss* è un masso metallico composto principalmente di Ni e di Fe, e proviene dalla fabbricazione dello smaltino.

6° Le più abbondanti miniere di Cr sono il *piombo rosso* di Siberia, che è un *cromato di* Pb, e l' *ossido doppio di* Fe e *di* Cr. Il Cr riscaldato all'aria arde, e si converte in ossido verde; è poco fusibile, e non è sciolto bene da altr' acido, che dal fluoridrico. Le basi lo attaccano sotto l'influsso dell'O, e ne fanno i cromati; che offrono i colori li più gai dal giallo canario al rosso sangue; sono decomposti, con

Digitized by Google

sviluppo di Cl, dall'acido cloridrico bollente; e servono in pittura e tintoria. I cromati alcalini dànno precipitati che sono gialli coi sali di Pb, e di Bi, rossi chiari coi sali di Hg, e di Cu, rossi cupi con quelli di Ag. Il *ferro cromico* de' Mineralogi è una combinazione di sesquiossido di Cr e di protossido di Fe. Il solfato neutro di sesquiossido di Cr si ottiene in tre modificazioni, per le quali è o *violetto*, o *verde*, o *rosso*.

7° Il Cd è contenuto nei minerali di Zn, e specialmente nelle calamine della Slesia; ad alta temperatura brucia, e fa un ossido giallo cupo, donde si distinguono i suoi minerali. È soggetto come lo Zn all'azione degli acidi; i suoi sali distinguonsi dalla insolubilità, in un eccesso del reattivo, dell' idrato di Cd, ossia del precipitato bianco prodotto dai più forti alcali.

8° Il V non trovasi che in qualche minerale di Pb, o di Fe; è fragile, ed agevolmente riducesi in polvere del colore del Fe. Non è attaccato che dall' acido nitrico, il quale lo trasforma in *acido vanadico*, e dall' acqua regia. Al calore rosso brucia, producendo il *biossido di vanadio*.

9° L' U è contenuto principalmente nella *pechblenda*, e nell' *uranite*. Quella è composta di *ossido di* U, ed è simile alla pece, cui i Tedeschi chiamano *pech*; questa è un *fosfato doppio di sesquiossido di* U e *di calce*. L' U brucia anche sotto i 200°, e si converte in un *ossido* verde scuro; è attaccato dagli acidi con produzione di H, e di sali verdi: fra i quali alcuni dànno un bel giallo verdognolo ai flussi vetrosi. Molti Chimici suppongono che il sesquiossido di U sia un vero protossido, formato da O, con un radicale ossidato, che chiamano *uranilo*.

10° Il Tl è stato ritrovato anche in varie piriti; spesso combinato con Au, Ag, Bi, Pb. All' aria si veste di un ossido simile nell'odore e nel sapore alla potassa; ed in presenza degli acidi scompone l'acqua come il Fe e lo Zn.

***71. Combinazioni dello stagno, antimonio, molibdeno, tunsteno, titanio, tantalio, osmio, niobio, pelopio, ilmenio.** — I metalli di questo gruppo fanno coll' O dei binarii indifferenti; e però alla temperatura ordina-

ria decompongono l'acqua non in presenza degli acidi, ma a contatto delle basi alcaline; nel resto si diportano coll'O dell'aria e dell'acqua, come quelli del gruppo precedente.

SCOLII. 1° Lo Sn trovasi in *solfuro* ed in *biossido*; e suole estrarsi da questo. In quello di commercio vi è sempre del Ca, e del Fe; ma può aversi puro trasformandolo con un eccesso di acido nitrico in biossido insolubile, e riducendo questo col carbone a temperatura alta. In lega diviene duro; disteso sulle lastre di Fe fa la *latta*; e col S fa il *bisolfuro*, cioè l'*oro musivo*. Per l'influsso della potassa e della soda scompone l'acqua, producendo gli *stannati* di quegli alcali. È sciolto, con sviluppo di H, dall'acido cloridrico; a caldo anche dal solforico, cangiandosi in *solfato di protossido*, e dall'acqua regia, formando il *bicloruro di* Sn. Il *percloruro di* Sn anidro fu detto già *liquore fumante di Libavius*. L'acido nitrico non concentratissimo lo converte in *acido stannico*. All'aria umida si appanna; ad alta temperatura si ricopre di *protossido*; a più alta di *biossido*, sotto l'aspetto di una pellicola nel primo caso grigia, giallognola nel secondo. Brucia con fiamma convertendosi in *biossido*, o *acido stannico*. Questo indifferente è solubile nella potassa, nella soda, e loro carbonati; fuso col borace fa lo smalto per le mostre degli orologi; ed offre due stati isomerici. In uno prende il nome di *acido metastannico*, ed è una polvere bianca, insolubile negli acidi, e riscaldato ingiallisce: nell'altro ritiene il nome suo, ed ove non sia tanto caldo è bianco, e solubile negli acidi. Finalmente le limature di Fe, o di Zn, o di Cd fanno precipitare lo Sn, sotto l'aspetto di una polvere grigia, dalle soluzioni de' suoi sali.

2° Lo Sb si trova nativo; ma il suo minerale più ordinario ed abbondante è l'antimonio di commercio, che ne è il *sesquisolfuro*. Lo Sb quale suol trarsi da questo, è impuro; ma può purificarsi col fonderlo più volte in un ventesimo in peso di nitrato di potassa. Il fumo, che spande bruciando all'aria, si condensa in candidi aghi cristallini di *sesquiossido*, che dicesi *acido antimonioso*. Da un'acqua regia, in cui abbondi l'acido cloridrico, è assai bene sciolto, e convertito in *percloruro* se predomina il liquido, se il metallo, in *sesquiclo-*

ruro. Dall'acido nitrico diluito è trasformato in *sesquiossido*, dal concentrato e caldo in *acido antimonico*. Non è attaccato dal solforico, che non sia concentrato e caldissimo. Lo Sb fa molte leghe; quella di Pb si usa pei caratteri da stampa, e quella di Sn per varii utensili. La medicina al presente si serve di 3 preparati ammoniacali, e sono: il *tartaro emetico*, che è *tartarato di sesquiossido d'antimonio e di potassa*; il *kermes minerale*, cioè *solfuro idrato d' antimonio* con ossido d'antimonio; ed il *solfodorato di* Sb, che risulta da *solfuro, ed ossido d'antimonio* con *acido solfoantimonico*. Calcinando all' aria il solfuro di Sb si formano degli ossisolfuri fusibili, che nel raffreddarsi producono delle materie vitree brune, dette *vetro d'antimonio*, *fegato d' antimonio*, o *croco*, a seconda delle proporzioni dei due componenti. Il cloruro di Sb forma una materia bianca detta *butirro d'antimonio*; ed il protocloruro sciolto nell'acqua dà un precipitato bianco insolubile, detto già *polvere dell'Algarotti*. *Il regolo d' antimonio* è un bottone di solfuro ed ossido di Sb coperto di una scoria alcalina, il quale formasi nel trattamento metallurgico dell' Sb. I composti di Sb si riconoscono dal color arancioso dei precipitati prodotti dall'acido solfidrico, o dall'esser questi precipitati un vero Sb metallico, ove sieno determinati da una lamina di Zn, o Fe, o Sn.

3° Il Mo è scarso, e non trovasi che nella *molibdena*, la quale è il suo *bisolfuro*. Non è attaccato che dalle acque regia, e forte. Quando all'aria diviene incandescente si trasforma in *acido molibdico*; che è una polvere bianca, sublimabile in pagliuole cristalline e bianche.

4° Il Tg può trarsi dal *tungstein*, e dal *wolfram*, che sono due *tunstati*, il primo di calce, di Fe il secondo. Al calore rosso combinasi coll'O, e decompone l' acqua; e in ogni caso fa *l'acido tunstico*. L'acido cloridrico non l'attacca in modo palese, ma sì il nitrico, ed il solforico concentrati; i quali lo cangiano nell' acido sopraddetto: e così distinguonsi i tunstati.

5° Il Ti ritrovasi principalmente nel *rutilo*, che è *acido titanico* quasi puro, nel *menachino*, o nella scoria del Fe. È vario secondo il modo, onde si ottiene. Ottenuto col gas-

se ammoniaco a temperatura ordinaria è in polvere, solubile nell' acqua regia; scaldato al rosso decompone l'acqua, e brucia all'aria convertendosi in *acido titanico*. Ridotto dal carbone a temperatura altissima è cristallino, e resiste all'azione dell' O. L' *anatasio* è acido titanico quasi puro in cristalli di un bell' azzurro. I *ferri titanati* sono minerali composti di sesquiossido di Ti con protossido di Fe.

6° Il Ta non è attaccato che dall'acido fluoridrico, ed al calor rosso brucia nell' aria, producendo l' *acido tantalico*. Trovasi nella *tantalite* di Siberia, e nel *pirocloro*, che sembrano miscugli di acidi tantalico, niobico, ed ilmerico.

7° L' Os fu trovato da Smithson nel 1803 nei minerali di Pl, in combinazione coll'Ir. Caldissimo combinasi agevolmente all' O dell'aria o dell'acqua, e si converte in *acido osmico*. Un tale acido è convertito anche dall'acido nitrico e dall'acqua regia, dai quali unicamente è attaccato. Ma gli alcali caustici ed i nitrati alcalini al calor rosso producono gli *osmiati*. I quali ànno per caratteristica l'odore, che mandano ove siano riscaldati insieme al carbonato di soda.

8° Il Pp ed il Nb costituiscono le *tantaliti* di Baviera. Essi combinansi all'O, e formano gli acidi *pelopico*, e *niobico*. Quest'ultimo è bianco come la neve, e contenuto nell'*eschinite* di Siberia.

9° L'Il riscaldato all'aria brucia e manda de'vapori, i quali si condensano in una massa bianca, che è *acido ilmerico*. Il quale contiensi nell'*ittrotantalite*, e però dovrebbe chiamarsi *ittroilmerite*.

***72. Rame, piombo, bismuto.**—Ecco tre metalli, che, con tutta la presenza di acidi o basi forti, non decompongono l'acqua a temperatura meno alta del calor rosso.

SCOLII. 1° Il Cu si trova o nativo e cristallizzato, o in istato di *solfuro*, di *ossido*, oppure di *sale*. Ottiensi puro colla corrente elettrica, ovvero riducendone un ossido con una corrente d'H. À affinità con molti metalli e metalloidi. Collo Zn forma l'*ottone*, il *tombacco*, l'*orpello*, il *similoro* o *oro di Manheim*, ed il *crisocallo*; il primo dei quali contiene un terzo di Zn, e gli altri sempre meno, e negli ultimi due vi entra anche un poco di Sn. Collo Sn forma i diversi *bronzi* detti *da me-*

daglie, *da cannoni*, *da cembali*, o *tamtam*, *da campane*, *da specchi*; nel primo dei quali lo Sn è un ventiquattresimo, nel secondo un decimo, un quarto nell'altro, quasi un terzo nel seguente, nell'ultimo la metà. In presenza degli olii grassi, e degli acidi animali, ed in contatto dell'aria si ossida: quindi l'uso di stagnare i vasi di rame. L'acido nitrico diluito, e l'acqua regia vi opera tumultuariamente; è appena attaccato dagli acidi cloridrico e solforico diluiti; ma con quest'ultimo concentrato e caldo forma il *solfato di protossido di rame*. Ad alta temperatura si sfalda in squamme di ossido anche all'aria asciutta; ma non decompone il vapor d'acqua che al calor bianco. Il *verde rame*, di cui si veste, specialmente in presenza di qualche acido, è un sale a base di protossido di rame; quello di commercio è un acetato di Cu. Il Cu coll'O fa due basi salificabili: l'*ossidulo*, ed il *protossido*; i sali del primo sono poco solubili nell'acqua, ed al solo contatto dell'aria umida si convertono in sali del secondo; questi, se idrati, sono verdi o torchini, se anidri, bianchicci. Una lamina di Fe nelle soluzioni dei sali di Cu si riveste del metallo ripristinato. La soluzione dell'idrato di protossido di Cu nell'ammoniaca è di un bel colore azzurro, e dicesi *acqua celeste*. Il *vitriolo di rame*, o *vitriolo azzurro* di commercio, è solfato di Cu misto ad un poco di solfato di Fe. Il *verde minerale* dei pittori a olio è il *carbonato*. L'*azzurro di montagna*, detto anche *ceneri azzurre naturali*, è un idrocarbonato polverizzato. Il *verde di Scheele* è *arsenito*. Il minerale *dioptase* è silicato cristallizzato. Si dicono *pirite di rame*, *rame piritoso*, o *panacea di rame* certi solfuri di rame naturali.

2° Il Pb si trova talora nativo, e comunemente combinato all'O, S, Te, Se, Cu, Ag; e suole estrarsi dal suo solfuro detto *galena*, o dal carbonato, che chiamasi *cerussa*, o *bianco di piombo*. Si ottiene puro, riducendo col carbone l'ossido estratto per calcinazione dal nitrato di Pb cristallizzato. È tanto tenero, che strisciato sulla carta vi lascia la sua traccia. Fa lega con quasi tutti i metalli; collo Sn fa il *peltro*, il cui Sn lo difende dall'azione degli acidi. L'acido solforico non l'attacca, se non sia concentrato e bollente; pa-

rimente il cloridrico, ma questo esige anche la presenza dell'aria. Il suo miglior solvente è il nitrico; e l'acqua regia lo converte in cloruro. Fa molte combinazioni coll' O. Dato che l'acqua non contenga sostanze organiche, o qualche sale, e di più trovisi a contatto dell'aria, l'O di questa vi si scioglie, ossida il Pb, e all'ossido combinasi l'acido carbonico atmosferico, e l'acqua stessa. Il Pb a contatto dell'aria si cuopre di un *subossido*; all'aria umida si veste di una lamina biancastra, che è carbonato insolubile nell'acqua. Se si tiene fuso a contatto dell'aria, prestamente si converte in un *protossido* sotto l'aspetto di una polvere giallastra, che chiamasi *massicot*. Questo a 300° assorbe altro O e convertesi in una sostanza rossa aranciata molto pesante, che chiamasi *minio*, ed è un *piombato di protossido di piombo bibasico*; ove poi sia fuso e quindi raffreddato, si rappiglia in una massa aranciosa di lucentezza metallica detta *litargirio*. L'*ossido pulce di* Pb è un *biossido*, o *acido piombico*. Le combinazioni dell'ossido di Pb, e del cloruro di Pb fanno varii ossicloruri di un bel giallo, detti *giallo minerale*, *giallo di Cassel*, *giallo di Turner*. L'*acqua bianca*, o *estratto di Saturno* delle farmacie è soluzione di acetato basico di Pb. I sali di Pb possono agevolmente riconoscersi da ciò, che scaldati insieme al carbonato di soda, o sciolti in presenza di Zn, Fe e Sn dànno del Pb allo stato metallico.

3° Anche il Bi si trova nativo, e talora in ottaedri; ma spesso è coi minerali di Ag, di Cu, di Pb, di Co. Si purifica collo scaldarlo più volte a rosso con un ventesimo in peso di nitro. Col Pb e collo Sn fa le così dette per antonomasia *leghe fusibili*, assai utili per farne impronte, le quali fondansi sotto 100°, ed anche a soli 50°, se vi si aggiunga dell'Hg. All'aria umida si riveste di un velo di *subossido*, bruno rossastro; bruciando si converte in *ossido*, che è giallo chiaro; e scaldando questo all'aria insieme colla potassa si cangia in *acido bismutico*, polvere di colore rosso chiaro. Non è quasi attaccato dall'acido cloridrico, ma lo è bene dal solforico concentratissimo e caldo; e dal nitrico è sciolto energicamente e ridotto a nitrato. Lo Zn, il Fe, ed il Cu lo fanno precipitare, sotto l'aspetto di una massa

nera e spongiosa, dalle soluzioni de' suoi composti. Quelle del nitrato e del cloruro, ed altre s'intorbidano, se l'acqua è alquanto abbondante; ed il precipitato del primo sale è un *sottonitruro*, che chiamasi *magistero* di Bi, e serve ad imbiancare la pelle.

73. Combinazioni del platino, oro, argento, idrargiro, palladio, alluminio, rodio, iridio, e rutenio.— Quest'ultimo gruppo contiene i metalli, che non decompongono l'acqua, sono restii a combinarsi all'O, e proclivi (ove se ne eccettuino gli ultimi tre) ad abbandonarlo per la sola azione del calorico.

SCOLII. 1° Quando il Pl si trova in masse di qualche kilogrammo, è sempre unito ad un poco di Os, Ir, Ro, Pd, e talvolta anche di Fe, Cu, Ag, ed Au. Quello di commercio è misto ad Ir, che lo rende più duro e meno malleabile; ma può rendersi purissimo. Per la sua azione catalitica determina la combinazione dell'O non solo coll'H, e quindi l'*acciarino a spugna di* Pl; ma anche colle sostanze organiche, come mostra la *lampada senza fiamma*: per l'azione poi condensante assorbe nell'aria un volume di O (lasciando il N) 250 volte maggiore del suo, e nell'H puro un volume di questesso 750 volte maggiore. Perde col tempo queste due proprietà; ma infuocato a rosso, oppure immerso nell'acqua forte, e poi lavato e scaldato le riacquista. Il Pl entra in lega con tutti i metalli. La lega di Cu è inalterabile all'aria, e capace del più bel pulimento, e però adattatissima per gli specchi; quella di 7 parti di Pl con 1 di Zn, e 16 di Cu à il colore dell'Au; quella di Ag con pochissimo Pl è assai dura. Il Pl è attaccato alquanto da certi acidi ed ossidi, ed in ispecie dagli alcali. Non si combina mai direttamente all'O; ma, decomponendo il suo protocloruro con una soluzione di potassa caustica, si ottiene una polvere bruna, detta *nero di* Pl, od *ossido nero*, che è *protossido di* Pl *idrato*. Questo sopra i 100° perde l'acqua, e verso i 200° si scompone. Ottiensi anche il così detto *ossido rossobruno*, che è *biossido*, e fa da base men debole dell'antecedente. Tutti i sali di Pl ad elevata temperatura si decompongono.

2° L'Au si trova per lo più unito al Cu, Fe, Sn, Ir, ed in

ispecie all'Ag; ma può ottenersi purissimo. È attaccato da qualche miscuglio acido, e dai solfuri e cianuri alcalini. Le combinazioni dell'Au coll'O, e tutti gli altri suoi composti traggonsi dai suoi cloruri. Il *protossido d'*Au è una polvere verde se anidra, violetta se idrata; e fa l'ufficio e porta il nome di *acido aurico*. Gli antichi adoperavano come medicamento la soluzione del sesquicloruro d'oro nell'etere, dandole il nome di *oro potabile*. Gli orefici chiamano *oro verde* la lega, che contiene $^{292}/_{1000}$ di Ag, *oro grigio* quella di Au, e Fe, ed *oro rosso* quella, che contiene $^{1}/_{6}$ di Cu. Per le monete si adopera la lega, che racchiude $^{1}/_{10}$ di Cu, ossia à (come dicono) il titolo $^{900}/_{1000}$; per gli ornamenti quella del titolo $^{750}/_{1000}$. L'amalgama fatta con $^{67}/_{100}$ d'Au impiegasi nella doratura a fuoco. Si dà nome di *porpora di Cassio* ad un precipitato contenente Au, Sn, ed O, il quale si adopera per dipingere in roseo o porporino il vetro, e la porcellana.

3° L'Ag ordinariamente trovasi combinato con varii metalli o metalloidi; e nè anche il così detto *raffinato* è veramente puro. Questo metallo, all'opposto di quello che accade negli altri, quando è liquido assorbe O in volume molte volte maggiore del suo; e quando ritorna solido lo abbandona: quindi il rigonfiamento ed il bagliore, che accompagna il suo consolidarsi. L'Ag al più alto grado d'incandescenza in una corrente d'O brucia, e si converte in un *protossido*: il quale può essere ripristinato dalla sola luce, è solubilissimo nell'ammoniaca, e con questa fa una polvere assai esplosiva detta *fulminato* d'Ag, o Ag *fulminante*. Gli utensili e le monete di Ag sono leghe di questo col Cu. I suoi sali anneriscono prontamente sotto l'azione della luce; donde è nata la *fotografia*. In chirurgia si adopera l'*azotato di* Ag per cauterizzare le carni, e allora si chiama *pietra infernale*. L'Ag per opera di varii metalli può essere precipitato dalle sue soluzioni; ma precipitato che sia dall'Hg si trasforma in un amalgama solido, e cristallizzato in aghetti, che si riuniscono in forma di vaghe piante conosciute sotto il nome di *alberi di Diana*.

4° L'Hg trovasi ordinariamente combinato col Cl, coll'Ag, e soprattutto col S nel *solfuro* detto *cinabro*; e si ottiene

puro trattandolo a freddo con $^1/_{10}$ del suo peso di acido nitrico diluito. Serve a molti usi, ma è dannoso a chi lo maneggia o ne aspira i vapori. All'aria si ricuopre di *ossidulo*, od *ossido nero*; mantenuto lungamente sopra 300° si trasforma in quell'*ossido rosso* o *protossido*, che già era detto *precipitato per sè*, e che a più alta temperatura si decompone. Il *calomelano* è *sottocloruro* d'Hg, e l'*argento degli specchi* è amalgama di Sn. Macinando l'Hg col S ottiensi un solfuro nero chiamato *etiope minerale*; ma vi è un modo di ottenere un solfuro di un rosso più bello di quello del cinabro, solfuro che à nome *vermiglione*. L'Hg non è sciolto da verun liquido: ma dall'acido solforico concentrato e caldo è convertito in *solfato*; dal nitrico in *nitrato*; dall'acqua regia con eccesso di cloridrico in *protocloruro* detto *sublimato corrosivo*. Quel precipitato grigio, che i farmacisti chiamano *mercurio solubile di Hahnemann* è un composto di H, O, N, ed Hg. Il sale basico giallo, che in medicina à nome *turbit minerale*, è composto di O, Hg e S; quello poi detto *turbit ammoniacale* risulta da O, H, Hg, e N. Il protossido d'Hg combinato coll'*acido fulminino*, che è formato da cianogeno ed O (cioè $CyO = C^2NO$), fa il *fulminato* d'Hg, che è eminentemente esplosivo, e mischiato ad acqua e nitro costituisce quella pasta, di cui si fanno le *capsule dei fucili*. Le soluzioni dei sali d'Hg sono caratterizzate dall'imbiancare, che esse fanno, una lamina di Cu, o d'Au immersavi.

5° Il Pd può sostituirsi per molti usi al Pl, ed all'Ag; tanto più che non è, come l'Ag, annerito dalle esalazioni solforose. Il medesimo si amalgama: e le sue leghe coll' Au, Ag, Pl, e Ni sono duttili; quelle poi di Fe, Sn, Cu, e Pb sono fragili. Si combina bene col S, Cl, I, e più col C; tanto che la fiamma d'acquarzente lo ricuopre di carburo. Riscaldato fino al rosso coll'idrato di potassa e di soda, vi si combina, e si ossida: caldo è attaccato anche dall'acido nitrico, e ne nasce il *nitrato di protossido di* Pd, ottimo reagente dei ioduri. Il solo protossido è base salificabile, e le soluzioni dei suoi sali vengono precipitate in nero dalla potassa, dalla soda, e carbonati loro, ed in bianco rossiccio dall'ammoniaca.

6° L'Al non decompone l'acqua che debolmente, e ad altissima temperatura. Il suo migliore dissolvente è l'acido cloridrico, da cui è trasformato in cloruro con sviluppo d' H. Non si combina all'Hg; ma col Cu fa una lega assai dura, leggera, e sonora. L'*allumina* è un *sesquiossido di* Al; il quale, se è anidro, è solubile appena nelle soluzioni alcaline. Ciò non ostante essa è molto igrometrica. Alla fiamma di H alimentata con O si fonde, e poi cristallizza; quindi i rubini artificiali. L'allumina naturale è la materia più dura dopo il diamante: ed è colorata ora in rosso, e dicesi *rubino*; ora in azzurro, ed è chiamata *zaffiro*; ora è trasparente ed acroica, ed à nome *corindone ialino*; ora à l'aspetto di corindone, ma è opaca, ed è detta *smeriglio*. Il *diasporo*, e la *gibrite* sono allumina idrata e cristallizzata. I sali di allumina calcinati col nitrato di Co prendono un azzurro caratteristico. L'*allume* è solfato di allumina e di potassa; ma varii altri sali doppii di allumina al presente diconsi *allumi*. L'allume riscaldato fondesi nella sua acqua di cristallizzazione, e poi si solidifica in masse vetrose chiamate *allume di rocca*. Alla Tolfa vi è una roccia detta *pietra d' allume* o *allumite*, donde si estrae il così detto *allume romano*, che è assai pregiato. I feldispati sono formati da un silicato d'allumina ed un silicato alcalino; e l'*albite*, la *petalite*, e la *labradorite* o *trifano* contengono soda, o litina, o calce invece di una parte della potassa. Una roccia feldispatica può subire un'alterazione sul posto, e convertirsi in *caolino* o *terra da porcellana*, che è argilla pura ed eminentemente *plastica*. Le altre argille sono ordinariamente mescolate a proporzioni maggiori o minori di sabbie quarzose, d'ossido di Fe, di carbonato di calce, e però chiamansi nel 1° caso *grasse*, e *magre* nel 2°. La *marna* è argilla con molto carbonato di calce: le terre da *fulloni*, impiegate ad assorbire per capillarità il grasso delle stoffe, sono argille speciali: finalmente le *ocre* o *terre ocracee* sono miscugli intimi di argille e di idrati di perossido di ferro, ed a queste appartiene la *terra di Siena*. L'Al suol collocarsi nel secondo gruppo per non separarlo dai metalli terrosi.

7° Il Ro combinasi al Cl, S, ed a varii metalli, ai quali conferisce durezza; è inalterabile all' aria, ma assai diviso e a

calor rosso si combina all' O, e forma un *protossido nero* irriducibile a qualsivoglia temperatura. A tal calore la potassa e la soda lo convertono in *sesquiossido*, che è l'unico salificabile. Le soluzioni di questi sali ànno il colore di rosa; quindi da ῥόδον *rosa* il nome del metallo.

8° L' Ir legato in piccolissima dose rende i metalli (ove se ne eccettui il Pl) più fragili e meno duttili. Esposto all'aria assorbe più di 200 volumi d'O; ma portato al rosso, colla potassa si trasforma in *sesquiossido*, e col Cl in *sesquicloruro*. Può fare varii *ossidi*, *cloruri* e *solfuri*.

9° Il Ru al calor rosso può formar un *ossido* difficilmente riducibile, o un *protocloruro nero* infusibile nell' acqua e negli acidi.

***74. Sali.** — Abbiamo veduto come coll'arte possono prodursi molti sali; e che la massima parte della crosta solida del nostro globo sia costituita di sali. È dunque di una qualche rilevanza esporre, almeno concisamente, le generali proprietà loro.

I. SCOLII. 1° I sali I. sono (pochissimi eccettuati) solidi, e cristallizzabili; II. ci appariscono acroici, ad eccezione di quelli, il cui acido o base à un qualche colore; III. sono inodorosi, tranne i solfidrati, e gli ammoniacali; IV. ànno sapore, talora modificato dall'acido, ma sempre dipendente dalla base: essendo amari quelli di potassa, amarissimi quei di magnesia, salati quelli di soda, piccanti quei d'ammoniaca, astringenti quelli di Al e di Fe, dolciati quelli di Pb, e di Gl.

2° I sali I. sono ordinariamente solubili nell'acqua; ma non si considerano tali quelli, i quali non lo sono che in un peso d'acqua più centinaia di volte maggiore del loro. II. Nel cristallizzare conservano fra loro un poco di acqua; la quale spesso è solo deposta in quantità casuale fra le loro laminette; ma qualche volta è combinata colla sostanza loro in quantità determinata. III. In quest' ultimo caso il numero degli equivalenti dell'acqua dipende dalla temperatura; e può avvenire che l'acqua vi faccia eziandio o da acido o da base. Se questo è, allora la presenza o l'assenza dell'acqua àltera la natura o proprietà chimiche di un sale: dacchè può avvenire che a più o meno alta temperatura essi perdano

l'acqua, con cui trovansi combinati. Ma se ciò non è, allora la partenza dell'acqua non muta che le proprietà fisiche; vale a dire la trasparenza, la coesione, la figura cristallina.

3° E qui è bene avvertire I. che l'acqua talvolta può fare da base anche più forte di qualche ossido metallico: mentre gli ossidi di Bi e d'Hg sono scacciati dall'acqua, allorchè questa viene abbondantemente versata nelle soluzioni dai loro solfati o nitrati, II. che i sali *idrati*, quelli cioè nei quali l' acqua fa da acido, ànno una stabilità, che dipende dall'affinità esistente fra le basi e i loro acidi. Dacchè se essi ànno per base un alcali potente, non cedono l'acqua neppure alla più alta temperatura; ma ove la base sia la magnesia o la calce, la cedono solo al calore rosso, ed anche sotto 100°, se fa da base un ossido metallico. Ecco il perchè quando in una soluzione bollente di solfato di Cu si versa dell'idrato di soda, se ne à un precipitato bruno di ossido di Cu anidro; e se ne à invece un precipitato ceruleo di idrato di rame, se la reazione viene eseguita alla temperatura ordinaria.

4° Molti sali, come il solfato di Fe o di soda, col riscaldarli sciolgonsi nella loro acqua; ma se poi cresca il calore, si solidano per via umida, e poi a calore più alto o si fondono, come il nitrato di potassa, o decompongonsi, come il carbonato di calce, o si sublimano, come i sali ammoniacali. Che se talora avviene che i sali riscaldati decrepitino, ciò avviene perchè l' acqua non combinata si sprigiona, o perchè si dividono in lamine.

5° Un' ultima avvertenza degna d' esser fatta si è che nei sali, costituiti da acidi e da basi di energia pressochè uguale, la vera neutralità non à luogo. Nondimeno sogliono dirsi neutri essi pure, purchè abbiano la stessa composizione e gli stessi equivalenti di un sale congenere indubitatamente neutro. A cagion d'esempio, gli alcali più potenti non possono coll'acido carbonico fare dei sali veramente neutri; ciò non ostante si ànno per neutri quei carbonati, che, come il carbonato di calce (il quale è proprio neutro), sono composti di un equivalente dell'acido e di uno del protossido. D'ordinario sogliono distinguersi i sali neutri, acidi, o basici dai can-

giamenti di colore, che essi producono sui così detti *reattivi colorati*, ossia su certe materie coloranti d'origine vegetale; fra le quali la più importante è la *tintura di tornasole*. Questa è un vero sale risultante da una base minerale, e da un acido organico rosso. Quindi trattata con un acido forte, le si toglie la base, e prende il rosso chiaro, con uno debole vi rimane della base, ed è di colore vinoso. Al contrario una base solubile rende azzurra la tintura arrossata dal tornasole, quella cioè nella quale l'acido colorato è libero; perchè essa si combina coll'acido, e forma un sale azzurro. E però il colore non può cangiare, se i due binarii sieno uniti con una affinità invincibile dalla detta tintura.

II. DEFINIZIONI. 1ª L'acqua, che si frammischia ai sali senza combinarsi, è detta *acqua d' interposizione*.

2ª L' acqua, che si combina con un sale, chiamasi *di cristallizzazione*.

3ª Vien chiamata *acqua di costituzione* quella, che entra nella formazione del sale o come acido o come base.

4ª Chiamasi *fusione acquosa* la soluzione dei sali nella loro acqua.

5ª Per *fusione ignea* s' intende quella, che è fusione vera, non soluzione.

***75. Acidi organici, e basi organiche.** — Principieremo dall'esporre il senso convenzionale di certi vocaboli, ed alcune nozioni generali.

I. DEFINIZIONI. 1ª Diconsi *sostanze organizzate* quelle, che costituiscono gli organi dei vegetali e degli animali, ossia le parti atte à compire una funzione vitale. Esse sono differenti, per molte proprietà fisiche essenziali, da tutte quelle studiate finora.

2ª Col nome più generale di *sostanze organiche* s' intendono non solo le sostanze organizzate, e tutte quelle che naturalmente in queste si formano o da queste si traggono; ma anche quelle, che artificialmente produconsi col sottomettere le sostanze organizzate agli agenti chimici.

3ª I composti organici, nei quali non si ravvisano organi, si appellano *materiali organici*.

4° I materiali organici assumono il nome di *prodotti* o di *principii organici*, secondo che sono o no decomponibili in altre sostanze organiche.

5° Gli alcaloidi organici (59.II.8°) chiamansi o *naturali* o *artificiali* a seconda che o si trovano generati negli individui viventi, o si ottengono per reazioni prodotte sui materiali organici.

II. SCOLII. 1° Anche i materiali organici dividonsi in acidi, basici, ed indifferenti. Gli acidi e le basi si sottopongono alla legge del dualismo (59.I.), mentre possono considerarsi come composti dall'elemento più negativo (che è ordinariamente l' O) unito ad un radicale formato da tutti gli altri. I composti indifferenti invece, che sono i più, non vanno soggetti a tal legge, nè possono bene distinguersi nei composti, che producono, nè essi stessi dividersi nei loro elementi immediati.

2° I composti organici sono costituiti per lo più di C, O, H, e N. Il C esiste in tutti; l'O abbonda negli acidi, e manca o almeno scarseggia nei grassi ed oleosi; l'H predomina nei combustibili e volatili; il N nei composti animali, sebbene ritrovisi anche nei vegetali ed in ispecie nei loro organi principali. Oltracciò il S e Ph esistono in certi semi, nel latte, nell'albumina, fibrina, e materia cerebrale, il Fe nell' *ematosina* o materia colorante del sangue, il Mn in varie piante, il Cu ed il Pb nel corpo umano.

3° Trovansi in varii composti organici la potassa, soda, calce, e magnesia per neutralizzare certi acidi, e tenere sciolte alcune sostanze, come la fibrina nel sangue: alcuni acidi, come il cloridrico ed il fosforico, che dànno al succo gastrico l' attività di sciogliere gli alimenti; ed il silicico, a cui deve la sua consistenza il gambo di quasi tutte le piante graminacee: finalmente dei ioduri, cloruri, bromuri; e certi sali minerali, come i fosfati, e carbonati di calce, che rinvengonsi nello scheletro degli animali vertebrati.

4° Fra gli acidi organici, alcuni pochi, come l'acido cianidrico (66.6°), non contengono O; altri ànno per radicale un composto di C, H, e N, come l'*acido cholico* ($C^{48}H^{43}NO^{10}$) parte principale della bile; il radicale di altri è C e N, co-

me nell'*acido fulminico* ($C^2N^2O^2$); di altri è il solo C, come avviene dell'*acido ossalico* (C^2O^3) somministrato dal sugo nell' *oxalis acetosella*; di altri finalmente è il C e l'H.

5° Fra questi ultimi meritano una particolar menzione: I. L'*acido acetico* ($C^4H^3O^3.HO$), che trovasi combinato colla potassa nel sugo di pressochè tutte le piante, e si produce per la fermentazione, specialmente sotto l'influsso dell'aria e del calorico. Esso combinasi colle basi e forma degli *acetati* assai utili; i quali il più delle volte si fanno coll' *acido pirolegnoso*, che si ottiene dalla distillazione del legno, e contiene, oltre il detto acido, anche del catrame, e dell'olio empireumatico. II. L'*acido tannico* o *tannino* ($C^{18}H^8O^{12}$), che si rinviene in assai frutti ed organi de' vegetali, ed in ispecie nella corteccia della quercia, e nelle galle; cioè in quelle escrescenze, che formansi sulle foglie di quercia per la puntura dell'insetto chiamato *cynips gallae tinctoriae*. È questo acido che unito alla materia delle pelli produce il *cuoio*, sostanza dura ed impenetrabile; ed unito agli ossidi di Fe fa l'inchiostro ordinario; e tratto dalle galle, per mezzo dell'acido solforico o cloridrico diluiti, si converte nel così detto *acido gallico* ($C^7H^3O^5$). Quest'ultimo tenuto lungamente ad alta temperatura si decompone in acido carbonico, ed in un altro acido ($C^6H^3O^3$), chiamato *pirogallico*. III. L' *acido tartarico* ($C^8H^4O^{10}.2HO$), che è bitartarato di potassa con piccola dose di materia colorante e di qualche altro tartarato, e trovasi libero nel sugo di molti frutti, e in gran copia nella *gruma*, o *tartaro* delle botti. Il quale a 170° prende un nuovo stato isomerico, ed appellasi *acido metatartarico*. Ne è un altro isomero l' *acido uvico*, o *racemico*, o *paratartarico* ($C^8H^4O^{10}2HO+HO$), che è nel sugo di certe qualità di uva, e può scomporsi in un altro isomero detto *levotartarico* o *levoracemico*, ed in *tartarito*, le cui proprietà ottiche [1] dànno diritto di chiamarlo per contrapposto *destrotartarico*. IV. L'*acido citrico* ($C^{12}H^5O^{11}.2HO+2HO$) abbondante nel sugo dei

1 Alcune sostanze fanno rotare il così detto *piano di polarizzazione* verso destra, ed altre verso sinistra. Appartengono alla prima classe la *destrina*, e l'*acido destrotartarico;* alla seconda il *levoracemico*.

cedri, limoni, e di altri frutti. v. L'*acido lattico* ($C^6H^5O^5.HO$), in cui trasformansi il latte, e varii altri organici, quando rimangono lungamente sottoposti in luogo caldo all'azione dell' aria; ed il quale con quasi tutti gli ossidi metallici fa dei *lattati*. vi. L'*acido formico* ($C^2HO^3.HO$), che si trova nelle formiche, e può prodursi artificialmente, e che unendosi alle basi fa i *formiati*.

6° In tutti gli alcaloidi si rinviene l' H, il N, ed (ove si eccettui l' ammoniaca) anche il C. Nei più di essi tali elementi sono combinati all'O, ma in alcuni questo manca, ed in altri ad esso è sostituito il S.

7° V' à degli alcaloidi naturali volatili. Son tali due alcaloidi liquidi privi di O, cioè la *conicina* ($C^{16}H^{15}N$) o alcaloido della cicuta, che ritrovasi nel *conium maculatum*; e la *nicotina* ($C^{20}H^{14}N^2$), alcaloido del tabacco, che rinviensi nelle foglie della *nicoziana*; alla quale nicotina devesi la virtù stimolante, che à il tabacco verso la mucosa. Agli alcaloidi naturali non volatili si riferiscono la *chinina* ($C^{38}H^{24}N^2O^4$), e la *cinconina* ($C^{38}H^{24}N^2O^2$), che risiedono nelle scorze delle diverse specie di china; la *morfina* ($C^{34}H^{18}NO^6$), la *narcotina* ($C^{46}H^{25}NO^{11}$), e la *codeina* ($C^{34}H^{19}NO^5$), che trovansi nell'oppio, la *stricnina* ($C^{44}H^{22}N^2O^4$), la *brucina* ($C^{46}H^{26}N^2O^8$) veleni contenuti nelle piante degli *strychnos*; la *caffeina* o *teina* ($C^8H^5N^2O^2$), cioè l'alcaloido, che si estrae dal caffè, o dal té.

8° Quasi tutti gli alcaloidi artificiali sono volatili, e senza O. Possono ottenersi con metodi assai svariati: per esempio distillando la cinconina colla potassa caustica si ricava la *chinoleina* ($C^{18}H^7N$), liquido, che con certi acidi fa de' sali cristallizzabili; facendo bollire l'acido nitrico monoidrato colla *benzina* (liquido bituminoso $C^{12}H^6$) se ne à un composto, che a contatto dell'H nascente si trasforma nell' alcaloide *anilina* ($C^{12}H^7N$); gli eteri cianico e cianurico, trattati colla potassa caustica, formano carbonato di potassa ed un alcaloido (C^4H^7N) detto *etiliaca*; e con altri metodi l' *amiliaca* ($C^{10}H^{12}N$), la *metiliaca* (C^2H^5N), la *butirriaca* ($C^8H^{11}N$). Insomma coll' arte si scuoprono sempre nuove basi organiche.

9° Anzi l' arte è pervenuta al presente a fare con elementi inorganici dei materiali organici, come sono fra gli altri

l'*acido formico*, lo *zucchero*, il *sevo*, l'*acquarzente* o *spirito di vino*.

***76. Organici indifferenti.** — Venendo ora a parlare degl' indifferenti organici, limiteremo il discorso a quelli, che trovansi più diffusi, e possono perciò considerarsi come gli elementi generali dell'organismo.

I. DEFINIZIONI. 1ª Le diverse parti costituenti i vegetali sono composte di un tessuto cellulare o vascolare, nei cui vani risiedono i varii materiali, che entrano nella loro composizione; e dicesi *celluloso* o *cellulosa*. Il cotone cardato è cellulosa quasi pura.

2ª Si dice *legnoso* quella materia solida, di cui si va successivamente riempiendo il tessuto cellulare nei vegetali. Il legno è costituito da questo tessuto, e dalle materie, che si depositano nei suoi vani.

3ª Quel sugo denso, appiccante, inodoroso, insipido, incristallizzabile, insolubile nell'alcoole (il quale invece lo fa precipitare dalle soluzioni acquose), poco atto a fare dei composti salini, si chiama *gomma*, se trasuda spontaneamente dalle piante; e, se da queste si estrae colla pressione ed acqua bollente, chiamasi *mucillaggine vegetale*.

4ª Dicesi *gelatina vegetale* quella massa molle, e dolciastra, che si ottiene dalla polpa dei frutti maturi, ed anche dei frutti acerbi e di alcune radici dopo che ànno subito la cottura. *Gelatina animale* è quella massa, in cui s'appigliano la pelle, e le cartilagini degli animali, dopo essersi disciolte nell'acqua bollente.

5ª Sono denominati *fermenti* o *sostanze putrescibili* quei materiali organici, che a contatto dell'aria, e sotto certe condizioni di umidità e temperatura si decompongono, ed intanto producono delle metamorfosi nelle contigue sostanze organiche.

6ª *Fermentazione alcoolica* o *spiritosa* chiamasi quella, per cui una sostanza si scompone in acido carbonico ed alcoole.

7ª È detta *fermentazione acetica* quella, che promuove l'ossidazione dei liquori spiritosi, per cui essi convertonsi in aceto.

8ª La *fermentazione putrida* è quella, che una volta cominciata non à bisogno di un agente estrinseco per continuare.

9ª I materiali organici, che non appartengono alla classe dei fermenti, si dicono *imputrescibili*.

10ª *Zuccheri* vengono chiamati tutti quei materiali organici, che ànno la proprietà di subire la fermentazione spiritosa. Sono tali, oltre lo *zucchero cristallizzabile*, o dei frutti dei paesi caldi, l' *incristallizzabile* o dei frutti acidi, e la *glucosa* o *glucoso* o *zucchero mammellonare*, che viene depositato dalle api nel miele.

11ª Si appellano *saccaroidi* quelle sostanze, che ànno sapore dolce, ma non subiscono la fermentazione spiritosa: come la *mammite*, la *quercite*.

12ª Sono denominati *albuminoidi* quei materiali organici nitrogenati, che umidi ed all'aria decompongonsi ed agiscono come fermenti; ma a moderato calore divengono duri, fragili, semitrasparenti, e quasi indecomponibili.

13ª Sotto nome di *corpi grassi* intendonsi comunemente quei materiali vuoi vegetali, vuoi animali, i quali sono insolubili nell'acqua, facilmente si fondono, e rendono trasparente la carta, che ne sia unta.

14ª Quei corpi grassi, che sono liquidi alla temperatura ordinaria, diconsi *olii fissi*: sono tali gli olii vegetali, ed alcuni fra gli animali, come quello di merluzzo o di delfino.

15ª Diconsi *olii seccativi* quegli olii fissi, che, come l'olio di noce, di lino, di ricino, all'aria inacidiscono, e si ossidano fino al punto da solidarsi.

16ª *Saponi* sono chiamati i composti solubili o no, che risultano dalla combinazione delle basi minerali cogli acidi dei corpi grassi.

17ª *Spirito di vino* od *alcoole* senza più significa l'acquarzente ($C^4H^6O^2$), cioè quel liquido volatile, in cui si converte per la fermentazione la materia zuccherina dell'uva. Ma al presente si dicono *alcooli* tutti quei materiali organici, che ànno proprietà simili all' acquarzente. Tali sono l' *alcool metilico* ($C^2H^4O^2$) e l'*amilico*, che si ottengono colla distillazione del legno o dei pomi di terra, l'*alcool cetalico*, il *ceritico*, il *melistico*, che traggonsi rispettivamente dal grasso di balena, dalle cere, dal miele.

18ª Siccome, distillando del vino, della birra, del sidro,

le prime parti distillate sono più ricche di alcoole che le altre; così i liquori che contengono da 50 a 55 per 100 di alcoole diconsi *acquavite*, e sono detti *spiriti* quelli, che ne ànno di più.

19ª Si disse già *etere solforico* ed ora chiamasi *etere tipo*, o *comune*, o *etere* senza più quel liquido (C^4H^5O), che all'epoca della sua scoperta era il più leggiero di tutti (quindi il suo nome), e si ottiene distillando a 140° un miscuglio di 1 parte di alcoole (che ne contenga $^9/_{10}$ dell'anidro), ed $1^1/_2$ di acido solforico monoidrato. Al presente diconsi *eteri semplici* non solo il sopraddetto etere; ma anche quei corpi, che nascono sostituendo in questesso ad un equivalente di O un equivalente o di Cl, o di Br, o di I, o di S, o di Cy; cioè gli *eteri cloridrico*, *bromidrico*, *iodidrico*, *solfidrico*, *cianidrico*.

20ª Chiamansi *eteri composti* quelli, i quali risultano di un etere e di un acido. Son tali l' *etere nitrico*, il *solfatico*, il *carbonico*.

21ª Sono denominati *alcoolati* quei composti a proporzioni determinate, che sono prodotti dall'azione di certe basi e sali sull'alcoole, che vi rimane inalterato.

22ª Chiamansi *olii volatili* od *essenze*, od *olii essenziali* quegli organici assai volatili, o dotati di odore molto vivo, che si traggono dai varii organi delle piante aromatiche.

23ª Da *ἐμπυρεύειν* *bruciare* sono chiamati *empireumatici* i prodotti volatili della distillazione delle materie organiche.

24ª Col nome di *resina* o di *sostanza resinosa* s' intende quel sugo più o meno viscoso, che trasuda dalla corteccia di molte piante, a contatto dell'aria si addensa, è solubile non nell'acqua, ma nell' alcoole, nell' etere, in molti acidi e negli olii grassi e volatili.

25ª Si chiamano *gommeresine* quelle resine, che contengono assai materia gommosa, e però sono in parte solubili nell' acqua, e la soluzione (per la sospensione delle resine ed olii volatili) prende l' aspetto di una emulsione latticinosa. Sono tali la *mirra*, l'*olibano* o *incenso*, il *galbano*, l'*euforbio*, e l' *assafetida*.

26ª Si dà nome di *balsami* a quelle resine, che sono caratterizzate dalla presenza di uno o due acidi volatili, cioè

dall'*acido benzoico*, e dal *cinnamico*. Per esempio il balsamo del Tolu e quello del Perù li contengono ambidue.

27° Dicesi *catrame* o *pece navale* un miscuglio semiliquido di resine e di oli di idrogene, il quale si ottiene colla distillazione del carbon fossile, del legno, e di sostanze animali; e però distinguesi in *minerale*, *vegetale*, ed *animale*.

28° Sono denominati *bitumi* quei combustibili fossili analoghi al catrame, che produconsi naturalmente nel seno della terra, per la decomposizione delle sostanze organiche. Sono bitumi liquidi la *nafta*, ed il *petrolio*, solidi la *malta* o *cera di mare*, e l'*asfalto*.

II. SOLIDI. 1° Il cellulosa $C^{12}H^{10}O^{10}$, per mezzo dell'acido nitrico fumante, e convertito in un composto sommamente esplosivo detto *pirossilo* $C^{12}H^{7}O^{17}.5NO^{5}$, *pirossilina*, o *polvercotone*. Sciogliendo il pirossilo nell'etere alcoolizzato, si ottiene una sostanza, che esposta all'aria per la pronta evaporazione dell'etere diventa una tenacissima colla, e però dicesi *collodio*, *collodion*, *collodione*. La decomposizione spontanea del celluloso e degli altri principii essenziali dei vegetali, sotto l'influenza dell'umidità e dell'O dell'aria, li cangia in una materia bruna, detta *humus* o *terriccio*, non ancora conosciuta.

2° Il celluloso è isomero colla gomma, e colla materia detta *amilacea*; la quale trovasi nelle cellule di molti vegetali, e specialmente o nelle radici tuberose, e allora chiamasi *fecula*, o nei semi dei cereali, nel qual caso è detta *amido*. Da certe radici e specialmente da quelle di enula (*inula helenium*) si estrae una sostanza isomera alla amilacea, e dicesi *inulina*; ed un' altra della stessa composizione in più qualità di muschii, e di licheni, ed è chiamata *lichenina*.

3° La gomma per un' azione catalitica dell' acido solforico, prima si trasforma in quel materiale organico che dicesi *destrina* ($C^{12}H^{10}O^{10}$), e poi in *glucosa* ($C^{12}H^{14}O^{14}$). Essa medesima trattata a caldo coll'acido nitrico dà, oltre gli acidi ossalico e carbonico, un terzo ($C^{6}H^{6}O^{7}$) detto *acido mucico*. Si distinguono tre specie di gomma: I. l' *arabica*, che scola dalle acacie, ed è assai solubile; II. la *nostrale*, che trasuda dagli alberi fruttiferi, ed è poco solubile; III. la *dragante* o

bassora, che non si scioglie nell'acqua, ma vi si gonfia mirabilmente. Le gomme debbono le loro proprietà ad un principio detto *gommoso*, che si presenta sotto tre stati isomeri, e però riceve i nomi di *arabina*, *cerasina*, *bassorina*.

4° La gelatina vegetale depurata dagli acidi organici, dai sali, e da ogni materia zuccherina si riduce ad una sostanza bianca, che dicesi *pettina* ($C^{64}H^{38}O^{64}$). Ma quella materia che colla maturazione o cottura si converte in pettina, è un principio *sui generis* chiamato *pettosa*. E però la maturazione, o la cottura non solo produce la metamorfosi di una parte degli acidi in fecula, destrina, e zucchero; ma fa che un'altra parte degli acidi stessi operi sulla pettosa per convertirla in pettina. Questa poi a contatto dell' acqua o degli acidi si tramuta in un acido assai energico ($C^8H^5O^7.2HO$) detto *metapettico*, a cui devesi l'inacidirsi delle frutta.

5° La gelatina animale contiene il N, e si distingue in due: una è la *gelatina* propriamente detta ($C^{12}H^{10}NO^5$), che si trae dalle pelli, dalle membrane intestinali, e dai tendini; e l'altra è la *condrina* ($C^3H^6N^2O^{15}$), in che si convertono le materie cartilaginose.

6° La *mannite* ($C^6H^7O^6$) si trova principalmente nella manna, cioè nel succo diseccato, che scola naturalmente da certi frassini dell'Europa meridionale: la *quercite* nella quercia.

7° Tutti i fermenti appartengono alla classe degli albuminoidi. Sono tali la proteina, l'albumina, la fibrina, la caseina, il glutine, la legumina, la diastasia, la sinoptasia, l'emulsina, la mirosina. I. La *proteina* ($C^{36}H^{25}N^5O^{10}$?) sembra il principio essenziale di tutti gli albuminoidi. Certo questi si disciolgono tutti nella potassa, e nella soda caustica: che se in tali soluzioni si versi un acido, se ne separa la proteina. II. L'*albumina* esiste o coagulata nei tessuti dei vegetali, o in dissoluzione nei liquidi circolanti nei loro vasi; e costituisce sciolta nell'acqua il siero del sangue, ed il bianco dell'uovo. III. La *fibrina* trovasi nel frumento, nella carne muscolare, e nella parte coagulata del sangue morto. IV. La *caseina* sta nei semi di molti vegetali, e nel regno animale ci è somministrata dal latte. V. Il *glutine* rinviensi nei semi dei cereali e soprattutto del frumento; è oltremodo appiccaticcio, e contic-

ne tre principii del tutto analoghi ai tre albuminoidi or ora nominati. VI. La *legumina* si estrae dai piselli, fagiuoli, e lentiechie. VII. La *diastasia* esiste nel germe, che si sviluppa dai cereali e dai tubercoli. VIII. La *sinoptasia* ritrovasi nelle mandorle amare, e nelle dolci. IX. L' *emulsina* sta pure nelle mandorle. X. La *mirosina* è contenuta nei grani di senapa.

8° Relativamente alla caseina vi è da avvertire che mentre essa sciolta nell'acqua non si coagula nemmeno a 100°, si rapprende poi a temperatura ordinaria, ove sia sotto l'influsso del *presame* o *caglio*. È questo una membrana mucosa, che si trae dal quarto stomaco od *abomaso* dei piccoli vitelli, agnelli, e capretti. Il fenomeno poi si produce o immediatamente per azione catalitica, o mediante la metamorfosi della *lattina* in acido lattico.

9° Si crede che gli olii fissi vegetali ed animali sieno tutta una cosa. I principii donde risultano sono tre detti *stearina*, *margarina*, ed *oleina*. Anzi questi si considerano come l' unione di un acido particolare con una base, cui fu dato il nome di *glicerina* ($C^6H^7O^3.HO$); e ritiensi per *saponificazione* l'operazione, che divide i corpi grassi in glicerina, ed in acidi. Quindi la *stearina* ($C^{114}H^{110}O^{16}$) si chiama anche *stearato di glicerina*; perchè s' intende composta di questa e dell' *acido stearico* ($C^{68}H^{68}O^5$), che se ne ricava. Così dall'*oleina* od *oleato di glicerina* si estrae l' *acido oleico* ($C^{36}H^{33}O^3.HO$), il quale può ossigenarsi di più, e divenire un solido, che è *acido sebacico* ($C^{20}H^{16}O^6.2HO$). Come pure il *margarato di glicerina* racchiude l'*acido margarico* ($C^{68}H^{66}O^6.2HO$). Anzi il radicale (C^6H^7) della glicerina si chiama *glicerilo*; e così essa è un ossido di glicerilo: quello ($C^{35}H^{33}$) della margarina è detto *margarilo*. In certe materie grasse come il *burro*, si trovano la *butirrina*, la *caprina*, la *caproina*, che pare sieno glicerina con acido o *butirrico*, o *caprico*, o *caproico*. Il *bianco di balena* o *spermaceto*, che si estrae dal cervello di balenotto, invece della glicerina à l'*etalo* ($C^{32}H^{31}O^2$), e l'*acido etalico* ($C^{32}H^{31}O^3.HO$).

10° Ai corpi grassi si riferiscono le *cere*: le quali trovansi nel polline di tutti i fiori, ed in varie bacche, costituiscono la parte solida degli alveari, o (come quella della *lina*) sono

il prodotto di una secrezione, determinata su varii alberi dalla puntura di un certo insetto. La cera delle api è la mischianza a proporzioni variabili di tre sostanze, chiamate *cerina*, o *acido cerotico* ($C^{54}H^{54}O^{4}$), *ceroleina*, o *acido ceroleico*, e *miricina* ($C^{92}H^{92}O^{2}$); la quale dalla potassa caustica è trasformata in quell' *acido palmitico* ($C^{32}H^{31}O^{3}.HO$), che colla *palmitina* ($C^{70}H^{66}O^{8}$) fa l'*olio di palma*, che viene dalla Guinea.

11° Intorno all'alcoole avvertiamo di passaggio che, se esso ($C^{4}H^{6}O^{2}$) è perfettamente anidro, il solfato di rame (che è bianco) non vi diventa turchino; ed aggiungiamo che, mescolando 2 parti di acido solforico monoidrato con una di alcoole, ottiensi un liquido acidissimo, chiamato acido *solfovinico* ($C^{4}H^{5}O.2SO^{3}+HO$), il quale fa colle basi dei *solfovinati*.

12° Trattando l'alcoole ($C^{4}H^{6}O^{2}$) coll'acido solforico, a seconda della temperatura e dell'acqua che vi è permista, ne emergono diversi prodotti di decomposizione. Con uno di questi processi esso decomponesi in acqua ed etere ($C^{4}H^{5}O$), liquido volatilissimo, limpido, assai odoroso, e capace di bollire a 35°. Ora il composto ($C^{4}H^{5}$), che nell' etere sta unito all'O, ritrovasi in una serie intera di sostanze diverse; e però, sebbene non sia stato ancora isolato, si considera come un radicale a parte, e chiamasi *etilo*.

13° Può prodursi una fermentazione spiritosa col solo esporre a moderato calore una soluzione di zucchero non concentrata, ed unita ad un po' di birra. Perchè il liquido s'intorbida, si agita, e sviluppa acido carbonico; ma poi si quieta e schiarisce: allora per altro non à più sapor dolce, ma spiritoso. Su questo procedimento è fondata la preparazione dei liquidi spiritosi, come quella della birra per la fermentazione dell'orzo, e quella del vino colla fermentazione del sugo delle uve. Quest'ultima à luogo senza aggiunta di un fermento; perchè tale ufficio è compiuto da un ingrediente azotato delle uve stesse, il quale sotto l'azione dell' aria principia a decomporsi, e determina la decomposizione del resto. Lo zucchero delle uve, o il glucoso, diseccato a 100° contiene tanti equivalenti di O quanti di C, e tanto H quanto basta a far acqua con quell' O. Se allo zucchero comune di canna cristallizzato ($C^{12}H^{11}O^{11}$) aggiungasi un equivalente di

acqua, si à il glucoso ($C^{12}H^{12}O^{12} = 2C^4H^6O^2 + 4CO^2$); la cui formola mostra, che la fermentazione spiritosa non è che la decomposizione di un equivalente di zucchero (ben inteso dopo l'aggiunta di 1 equivalente d'acqua) in 2 d'alcoole, e 4 di acido carbonico. Veramente alcune sostanze non contengono zucchero; ma ànno qualche ingrediente, che può subire una metamorfosi, e dare origine allo zucchero: quindi la fabbricazione dell'acquavite colle patate.

14° Parimente l'alcoole fra i 40° ed i 50° C° a contatto dell'ossigeno, e per l'influsso di un fermento, o del platino spugnoso, subisce la fermentazione acetica, e si tramuta in acido acetico ($C^4H^3O^3$). Il quale si considera come un grado di ossidazione di un radicale (C^4H^3) chiamato *acetilo*, che sinora non si è ottenuto isolato. L' idrato di ossido di acetilo ($C^4H^3O + HO$), che viene denominato *aldeido*, è un liquido volatilissimo, capace di bollire, se anidro, a 22°. L' acido acetico può combinarsi coll' ossido di etilo in *etere acetico* ($C^8H^8O^4 = C^4H^3O^3 + C^4H^5O$), che dà all'aceto il suo più grato odore. L' alcoole ($C^4H^6O^2$), per convertirsi in idrato di acido acetico ($C^4H^4O^4$), dovrà prendere dall'aria 4O; dei quali 2 si combineranno con 2H in acqua, e così lo allungheranno. Il che equivale a due successive aggiunte di 2 O l'una: colla 1ª delle quali dall'alcoole vengano tolti 2H, e si forma aldeido ed acqua; colla 2ª, ossidandosi l' aldeido, si forma l'acido acetico idrato. Dunque l' acido acetico nasce dall'ossidazione dell'alcoole. Ecco il perchè le bevande spiritose per convertirsi in aceto debbono essere in contatto coll'aria; anzi, se l'O sia scarso, non solo tale conversione è lenta, ma si forma solo dell' aldeido, che volatilizza, e così la materia prima dell'operazione si perde.

15° Le basi ed i sali non solo dànno origine agli alcoolati, ma anche a dei composti, nei quali la natura dell' alcoole è totalmente cambiata. Così i nitrati di Ag e di Hg producono coll'alcoole i *fulminati* di Ag e di Hg; l'ipoclorito di calce vi produce quel liquido oleoso (C^2HCl^3), che fu detto *cloroformio*, allorchè si vide che a contatto di una soluzione di potassa dà del cloruro di K, e del formiato di potassa. Il cloroformio è celebre, perchè appressato alle lab-

bra od alle narici produce in pochi minuti un assopimento, che può divenire letale, se il cloroformio non sia ben preparato, o se venga ispirato troppo diuturnamente.

16° Certi olii volatili all'aria assorbono l'O ed inacidiscono: così l' *essenza di mandorle*, o *idruro di cinamilo* ($C^{18}H^8O^2$) si trasforma in *acido cinnamico* ($C^{18}H^7O^3.HO$), l' *essenza di valeriana*, o *valerolio* ($C^{12}H^{10}O^2$) in *acido valerianico*, o *amilico* ($C^{10}H^9O^3.HO$). Ma in generale gli olii volatili a contatto dell'aria si convertono in resine, acido acetico, ed acido carbonico.

17° V' à delle essenze idrocarbonate, od olii volatili *idrocarburi*, cioè alcune contengono solo H e C; ve n' à delle ossigenate, o *idrocarburi ossigenati*, che contengono anche dell'O, e delle *solforate*, che invece dell'O ànno il S. Appartengono agli idrocarburi l' *essenza di trementina*, o *di terebentena* ($C^{20}H^{16}$), il cui cloridrato è la *canfora artificiale*; e le *essenze di limone*, o *citreno* ($C^{20}H^{10}$), *di arancio*, o *di neroli* ($C^{20}H^{16}$), ed altre. Sono idrocarburi ossigenati le *canfore*, e l' *essenza di mandorle amare*. Fra le *canfore*, o *stearopteni* sono più notabili la *canfora del Giappone* ($C^{20}H^{10}O^2$), e quella *di Borneo* ($C^{20}H^{18}O^2$). L'essenza di mandorle amare o l' *idruro di benzoilo* ($C^{14}H^6O^2$) non si trova bell' e formata negli organi delle piante, ma è il prodotto di una trasformazione, cui l' *amigdalina* (sostanza che sta nelle amandorle amare e non nelle dolci) subisce a contatto dell'aria in virtù dell' *emulsina*. Questo idruro è il punto di partenza di quella numerosa classe di materiali organici, che è detta *benzoica*. Dacchè basta il contatto dell'aria per mutare la detta essenza in *acido benzoico*, e questo distillato con tre volte il suo peso di calce produce la *benzina* ($C^{12}H^6$). Ma l'acido benzoico può trarsi col solo calore anche da quel balsamo, che chiamasi *benzoino*, ed à un odore simile a quello di vainiglia. Agli idrocarburi solforati si riportano l' *essenza d'aglio* (C^6H^5S), che si ottiene distillando coll'acqua i suoi spicchi, e l' *essenza di senapa*, o *di mostarda nera* ($C^8H^5NS^3$), che si forma a contatto dell'acqua in virtù della mirosina.

18° Le resine possono considerarsi come prodotte dall' azione dell' O atmosferico sugli olii volatili dei vegetali; per-

chè ad alta temperatura i detti olii si fanno aeriformi senza decomporsi, mentre le resine decompongonsi in gassi carburi d'H infiammabili, ed in altri principii assai complicati solidi o liquidi. Le più importanti resine sono I. la *trementina*, che si trae dagli alberi coniferi, in ispecie dai pini, e colla distillazione produce l'olio volatile detto *acqua di ragia* (olio che è essenza impura di trementina), e dà un residuo solido; il quale à nome *colofonia* o *pece greca*, ed è composto di varie resine. II. La coppale, che si trae dal *rhus copallinum*, e serve per alcune vernici. III. La *lacca*, la quale trasuda dai rami di certi alberi indiani per la puntura di un insetto chiamato *coccus lacca*, ed è il principale ingrediente della *cera da sigillo*. IV. Il *mastice* e la *sandracca*, che sono assai simili fra loro, e traggonsi per via d' incisioni da certe piante de' climi caldi, e servono anche per alcune vernici. V. Il *sangue di drago*, che è tratto per incisioni specialmente dalla *dracoena draco*, grande albero delle Isole Canarie, e colora in rosso gli olii, e gli alcali, nei quali è solubile.

19° Il *catrame*, i *bitumi*, la *gommelastica*, e la *guttapercha* ànno molta analogia colle resine. I. Il *catrame* serve alla preparazione di certi prodotti organici, fra i quali meritano particolare menzione la *paraffina* ($C^{35}H^{35}$), ed il *creosoto* ($C^{28}H^{16}O^{4}$). La prima è così detta perchè non si combina che con pochissimi corpi, ossia è *parum affinis*; il secondo à desunto il nome da κρέας e σώζω, perchè à la singolare proprietà di preservare le carni dalla corruzione; ed è forse per esso (il quale svolgesi nella combustione) che le carni affumicate si conservano. II. La *gomma elastica* o *cautchouc* ($C^{8}H^{7}$) è il prodotto della diseccazione di un sugo bianco, che emana da certe piante americane ed affricane. Affinchè non si rammollisca col caldo, e conservi nel freddo la sua flessibilità, conviene tenerla pochi minuti tuffata nel solfuro di C misto a bromuro di S; nel quale stato dicesi *vulcanizzata*. III. È isomera alla gommelastica la *guttapercha*, portata in Europa nel 1844, la quale si estrae dall'*isonandra percha*, grande albero asiatico. IV. Intermedio fra le resine ed i bitumi è il *succino* o *ambra gialla*, che forse proviene da qualche alterazione subìta da certe resine nel seno della terra.

***77. Sostanze costitutive dei corpi degli animali.**

I. DEFINIZIONI. 1ª *Organi secretorii* diconsi quelle glandole o vasi, che servono a separare dal sangue un particolare umore.

2ª Sono chiamate *materie escrementizie* o *fecce* quelle sostanze alimentari, le quali non essendo state a dovere modificate nell'interno del corpo, sono destinate ad essere rigettate al di fuori.

3ª *Recrementizie* o *accrementizie* invece soglionsi denominare quelle altre, che sono preparate per essere assorbite dall'organismo, ed inviate ad accrescere o mantenere il corpo.

II. SCOLII. 1° Le ossa, le quali formano lo *scheletro* degli animali vertebrati, sono composte per un terzo di materia cartilaginosa, e per due terzi di sostanze terrose. Ora queste sono, per una metà del tutto, fosfato di calce con un poco di fluoruro di calcio; e, pel resto, carbonato di calce, fosfato di magnesia, soda, e cloruro di sodio. È analoga la composizione dei denti dei mammiferi, e delle scaglie de' pesci. La cartilagine, che è quel tessuto secco ed elastico, il quale ora prolunga gli ossi, come accade delle coste, ed ora serve a riunirne le estremità, è composto di gelatina. A nome cartilagine anche la parte solida del naso, delle orecchie, e della trachea; ma questa à una composizione alquanto diversa; perchè coll'acqua bollente non si converte in gelatina. Le ossa sono rivestite di due membrane che contengono dei vasi sanguigni: l'interna chiamata *midollare*, e l'esterna detta *periosto*. Or questa è fibrosa. Ma nelle ossa e spine dei pesci è sempre più la materia cartilaginosa, che i sali calcarei: anzi in alcuni pesci questi sono una piccolissima cosa.

2° Le unghie, gli artigli, le corna, gli zoccoli sono formati dalla così detta *materia cornea*, composta per metà di C, per una quarta parte di O con poco S, N per due terzi del resto, ed H per l'ultimo di questi terzi. Nè molto dissimile è la materia dei capelli, peli, piume, e scaglie dei rettili.

3° La pelle e le membrane (eccettuate le mucose) sono principalmente gelatina: ma la carne è la riunione dei muscoli, ciascuno dei quali è formato da un insieme di fibre

riunite in fasci. In mezzo a tale tessuto serpe una moltitudine di nervi, e di canali, nei quali scorrono dei liquidi svariatissimi. È stato dato il nome di *fibrina* alla sostanza, che costituisce tutti questi fili muscolari, ed è composta da quasi due terzi di C, di un sesto di N, di un altro terzo scarso di O ed H. Ma nella carne si ritrovano anche delle sostanze albuminoidi: cioè una piccola quantità di sostanza cristallizzabile detta (da κρέας *carne*) *creatina*, dei sali formati da un acido particolare, che viene chiamato *acido inosico* ($C^{10}H^{6}N^{2}O^{10}.HO$), e della leucina.

4° Già conosciamo (**76**.I.13ª,II.10ª) di che sieno formate le sostanze grasse degli animali. Esse entrano per una piccola parte anche nella materia cerebrale: ma in quella ci à di più I. una materia grassa particolare ($C^{25}H^{22}O$) detta *colesterina*, che fa parte della bile; II. un acido grasso liquido contenente del Ph, chiamato *acido oleofosforico*; III. un acido grasso solido, nominato *acido cereberico*, formato da più di $^{2}/_{3}$ di C, $^{1}/_{8}$ di O, $^{1}/_{10}$ di H, più di $^{1}/_{50}$ di N, e quasi $^{1}/_{100}$ di Ph.

5° Il *sangue* è quel liquido, che circola per tutto il corpo, e fornisce agli organi le materie necessarie alla loro vita ed all'accrescimento. Si distingue in *coagulo* e *siero*. Quello nel venoso umano è $^{13}/_{100}$; e viene costituito da una frazione di fibrina, e dai globuli formati da materie albuminoidi, e colorati da una piccola quantità di ematosina, la quale contiene $^{1}/_{20}$ di sesquiossido di ferro. Questa è $^{87}/_{100}$; dei quali 79 sono acqua, 7 albumina, ed 1 sali minerali diversi, e materie grasse.

6° La *linfa* è un liquido trasportato da per tutto dai vasi *linfatici*. La sua composizione è del tutto analoga a quella del liquido sanguigno, eccettuati i corpuscoli colorati; ma vi si trovano della fibrina, dell' albumina, e delle materie saline proprie del sangue.

7° La bile è un liquido segregato dal fegato, e raccolto in un vase particolare detto la *vescichetta del fiele*. Essa può essere considerata come un sapone a base di soda formato da due acidi, il *colico* ed il *coloico*; ma vi esiste ancora un poco di colesterina, degli acidi grassi, e diversi sali a base di potassa, di soda, di ammoniaca, e di magnesia.

8° Il *succo gastrico* è costituito da sali alcalini, da certe sostanze organiche, e da un acido libero; il tutto disciolto in circa $^{98}/_{100}$ di acqua. I sali sono cloruri, e solfati, nei quali predomina la soda; qualche scarso fosfato; e delle frazioncelle di solfato, carbonato, e fosfato di calce. Le materie organiche sono una mucilaginosa poco nota, ed un'azotata detta *chimosina*, *pepsina* o *gasterasia*. L'acido è il lattico.

9° Il *succo pancreatico* à per sostanza attiva un principio solfonitrogenato assai simile all'albumina; ma oltre le sostanze organiche contiene dei carbonati, e dei cloruri alcalini, e pochissimi fosfati, nei quali la base dominante è la soda.

10° La *saliva*, cioè quel liquido che bagna la bocca, sembra un albuminoide.

11° Il *latte* è il liquido segregato dalle *glandole mammarie* dopo il parto. Contiene dei globuli di materia grassa, che sono *burro*; una sostanza azotata, alla quale deve le principali sue proprietà nutritive, ossia il *caseo* o *caseina*; uno zucchero particolare detto *zucchero di latte* o *lattina*; delle materie albuminoidi e dei sali minerali. Il primo latte dopo il parto, chiamato *colostro*, è diverso; ed à la proprietà di purgare il neonato: facendogli evacuare il *meconio*, materia bruna, contenente molta colesterina, ed una sostanza analoga alla caseina.

12° L'*orina* si forma a carico del sangue per un'analisi speciale, a cui questo soggiace nelle reni. La sua composizione è differentissima nei diversi animali. Nei mammiferi carnivori contiene dei sali minerali, materie albuminose, e mucillaginose, *urea* ($C^2H^4N^2O^2$), ed *acido urico* ($C^{10}H^4N^4O^6$). Negli erbivori vi è meno urea, e l'acido non è l'urico, ma l'*ippurico* ($C^{18}H^8NO^3HO$). Si avverta che nella vescica talora si sviluppano certe concrezioni, che diconsi *calcoli orinarii*, i quali sono formati ordinariamente di acido urico; e talora o d'urato di ammoniaca, o di solfato di calce, o di fosfato ammoniaco magnesio, o d'ossalato di calce, e qualche rara volta di *cistina* ($C^6H^6NO^4S^2$).

13° Il *sudore* racchiude alcune materie animali indeterminate, e varii sali minerali. *I gassi intestinali* sono N, acido carbonico, idrogeno isolato o carbonato, acido solfidrico.

***78. Principali fenomeni chimici dell'economia animale.** — La conoscenza dei fenomeni della nutrizione non è, a dir poco, meno rilevante di quella delle macchine a vapore, del telegrafo, e della fotografia. Eppure, mentre di queste ultime cose nei Corsi di Fisica si tratta abbondantemente, di quelle prime non si suole neppure far motto. Noi non seguiremo quest'uso.

I. DEFINIZIONI. 1ª Chiamasi *nutrizione* quell' insieme di fenomeni chimici, cui subiscono le materie alimentari durante il loro corso pel corpo degli animali.

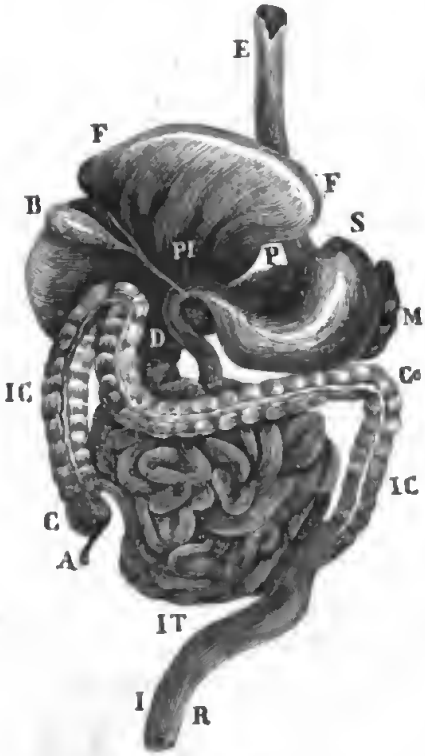

Fig. 235.

2ª Diconsi *digestione* quelle modificazioni, disgregazioni, e scioglimenti delle materie alimentari, che ànno luogo prima che queste passino nella circolazione generale.

3ª À nome *respirazione* il corso dell'aria, la quale si spande nell'organismo, e dopo aver subìte delle trasformazioni chimiche, riesce all' aperto.

4ª È detto *inspirazione* il fatto dell' introdurre l' aria nell' organo della respirazione; ed *espirazione* il rigettarla di fuori.

5ª Suole chiamarsi *perspirazione* l'insieme di tre fatti, cioè la respirazione pulmonare, la respirazione cutanea, e l' esalazione pel canale intestinale.

6ª *Circolazione* è il nome imposto al girare dal sangue pel corpo animale.

7ª Dicesi *emulsione* la disgregazione delle sostanze organiche, e le sostanze stesse disgregate.

8ª Si denomina *assimilazione* il convertirsi degli alimenti nelle varie sostanze, onde componesi un corpo vivente.

9ª *Secrezione* è la separazione di un dato umore dal sangue.

10ª *Escrezione* è la separazione di quelle materie, che sfuggirono all' assimilazione, e cui la natura espelle fuori come inutili.

II. SCOLII. 1ª La digestione principia in bocca coll' attrizione effettuata dai *denti*, coll' imbibizione della *saliva*, e colla deglutizione o trasporto (fig.235.) per mezzo dell'*esofago* (E) allo stomaco. La saliva, segregata (fig.236.) dalle *glandole salivali* (GS), favorisce la masticazione, e la deglutizione; ed agisce ancora chimicamente, sì nella bocca che nello stomaco, per trasformare l'amido in destrina e glucosa.

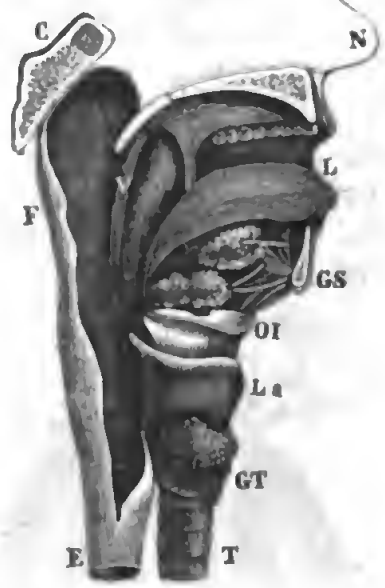

Fig. 236.

2ª Gli alimenti, arrivati (fig. 235.) allo stomaco (S), si trovano in contatto col *succo gastrico* segregato dalle pareti dello stomaco medesimo, e destinato a sciogliere le materie azotate, ma non le feculente e grasse: e con ciò essi cangiansi in *chimo*. Questo passa nel *duodeno* (D), ed ivi è irrigato prima dalla bile (B) condotta dal *colèdoco*, e poi dal succo pancreatico elaborato da un organo particolare (P) detto *pancreas*. L'ufficio della bile è ancora incerto, quello del succo pancreatico è di operare istantaneamente sulle materie non azotate, trasformare la fecola in glucosa, emulsionare e rendere assorbibili le parti grasse.

3ª Dal duodeno il chimo passa nell' intestino tenue (IT), dove mischiato al muco ritrovasi il *succo intestinale*. Il quale è segregato dalle glandole intestinali, ed è capace di un' azione disgregativa e solvente non solo sull' amido, ma anche sugli albuminoidi. Al detto intestino sono attaccati due sistemi speciali di vasi assorbenti: 1. Il sistema della *ve-*

na porta, che forse assorbe le materie azotate o zuccherate, e le conduce, insieme al sangue venoso degli intestini e della milza (M), nel fegato (F); ove elle spandonsi per subire delle modificazioni particolari, e passare di là (fig.238.) all'*orecchietta destra* (OD) del cuore.

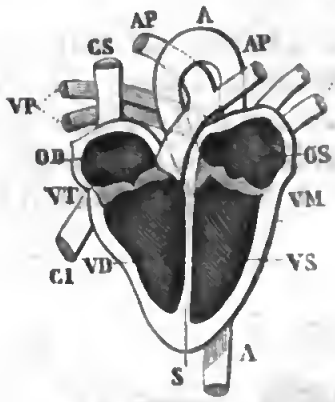

Fig. 237.

II. Il sistema (fig.239.) dei linfatici (VI) dell' intestino, che ivi diconsi *chiliferi* o *lattei*, sparsi sul mesenterio (MM); il quale sistema non assorbe che le materie grasse emulsionate. Queste allora prendono l'aspetto di latte, ed il nome di *chilo*; e pel *canale toracico* (CT) sono condotte (fig.238.) nella *vena succlavia sinistra* (VB), per passare poi successivamente nell' *orecchietta destra* (OD) senza trasversare il fegato. Nello stesso intestino tenue le materie recrementizie vengono separate dalle escrementizie; ed i residui delle materie alimentari passano (fig. 235.) nell' *intestino crasso* (IC), vi soffrono delle nuove modificazioni, e sono rigettate dall' intestino retto (IR) per l'ano.

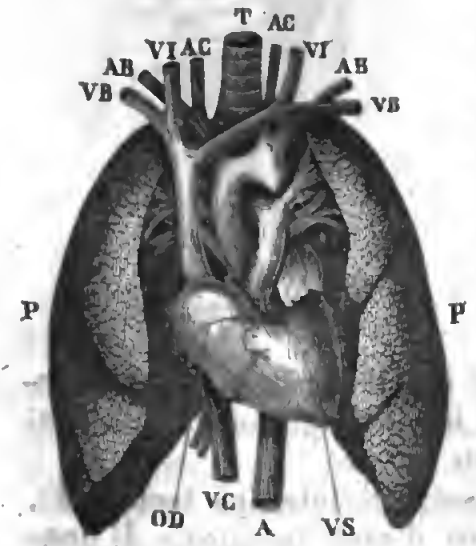

Fig. 238.

4° I principii alimentari (fig.237.) digeriti si mescolano nel ventricolo destro (VD) col sangue venoso, che ritorna da tutte le parti del corpo per le *vene cave, superiore* (CS) ed *inferiore* (CI). Le contrazioni istintive di tal ventricolo cacciano questo miscuglio per l' *arteria pulmonare* (AP) nei (fig. 238.) polmoni (PP); ove esso ritrovasi in contatto coll'aria. Dacchè l' aria, entrando per la *trachea* o *asperarteria* (T) si getta nei due *bronchi*, nei

quali la trachea si biforca; e, trapassate tutte le ramificazioni dei molteplici condotti aerei, penetra (fig.240.) fino ai canali capillari (PC) ed alle vescichette del polmone. Ivi il sangue *venoso*, che è bruno scuro, e che tiene imprigionato molto acido carbonico, abbandona la maggior parte di tale acido, ed assorbe in sostituzione una certa quantità di ossigeno. Così assume un bel rosso vivo, e trasmutasi in sangue *arterioso*: il quale per le vene pulmonari (VP) si getta nell' orecchietta sinistra (O'). E qui termina la *piccola circolazione*.

5° Ma ora principia la *grande*. Perocchè l' orecchietta sinistra spinge il sangue nel *ventricolo sinistro* (V'), e questo lo getta nell' *aorta* (A); donde per mezzo delle arterie e dei capillari, il sangue perviene (fig.240.) in tutte le parti del corpo (GC), distribuisce le sostanze nutritive, e pruova modificazioni chimiche differenti per ciascun organo. L'ossigeno intanto (producendo fenomeni d' ossidazione) sparisce, e viene sostituito dall'acido carbonico, che è uno dei prodotti dell'azione ossidante. Quindi il sangue riprende il suo color bruno, e ritorna *venoso*. Ma il sangue venoso propriamente detto, sebbene distinto dalla linfa, nondimeno insieme con questa, per mezzo (fig.240.) di speciali sistemi vascolari (VC), si getta nell' orecchietta destra (O), e si mesce ai nuovi liquidi provenienti dalla digestione. Così termina la grande circolazione, e riprincipia la piccola.

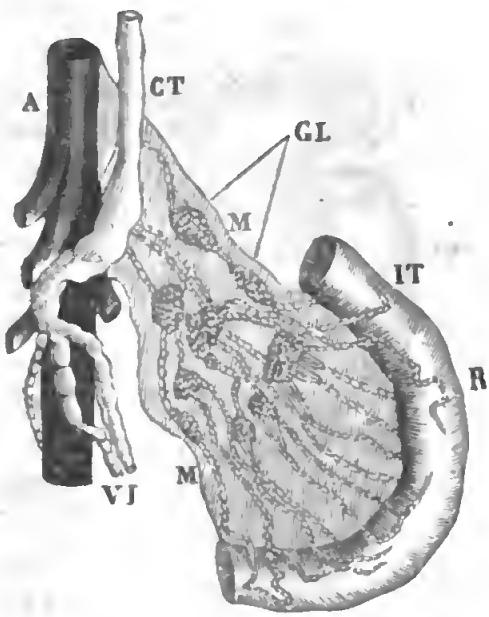

Fig. 239.

6° Si avverta 1. che il meraviglioso fenomeno dell'una e l'altra circolazione è dovuto principalmente alla disposizione delle valvule delle vene, alla loro compressione per le azio-

ni musculari, ed all'aspirazione polmonare. II. La circolazione nei mammiferi, e negli uccelli è completa; ma non così nei rettili. Come pure nel feto manca (**41**. III.) la piccola circolazione.

***79. Conclusione.** — Le dottrine esposte ci conferiscono il diritto d'inferirne una conseguenza, e proporre alcuni dubbii.

I. COROLLARIO. Dunque ciascuno dei così detti quattro elementi è un composto. Infatti le terre sono varie, e ognuna è formata da O e da un diverso metallo. L'acqua è costituita da O ed H. L'aria risulta da O e N. Il fuoco, in quanto nel suo significato moderno indica la cagione fisica dell'illuminazione, del riscaldamento, e di certe attrazioni e ripulsioni, è uno o più imponderabili, e non entra nella ricerca degli elementi: chè sotto questo vocabolo non s' intendono che i ponderabili. In quanto poi nel senso antico, od anche moderno ma volgare, significa fiamma, lampo, tuono, ossia il ponderabile, che opera sui veicoli o sulle cagioni prossime della luce, del calorico, dell'elettrico, del suono; è una sostanza o semplice o composta, che si sta combinando coll'O, e talora con un altro comburente; oppure un qualche corpo pesante, che subisce uno sbilancio di elettricità; oppure l'aria, che ondula e vibra: in ogni caso risulta da più sostanze o composte o miste o combinantisi assieme. Dunque nè la terra, nè l' acqua, nè l' aria, nè il fuoco (in quanto è un ponderabile) è un corpo solo, ma l'insieme di più corpi.

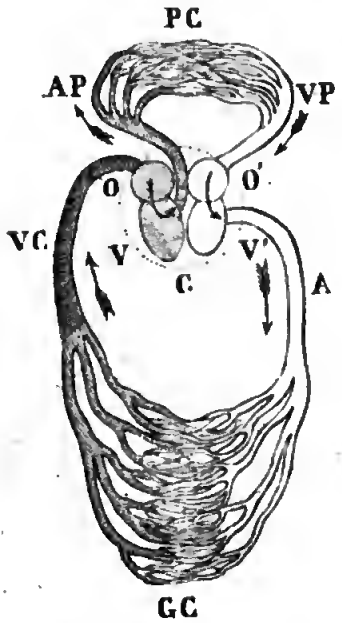

Fig. 240.

II. SCOLIO. Ma non potrebb' essere che tutta la materia ponderabile si riducesse ad una sola sostanza tenuissima, e restìa ad ogni nostra analisi; i cui distinti atomi, essendosi fin da principio aggruppati in diverse maniere, abbiano for-

mato le molecole elementari di quei corpi, che noi diciamo semplici? Non potrebb'essere (come è lecito sospettare, e fors' anche più ragionevolmente) che gli elementi veramente e metafisicamente primi e semplici sieno tutti una cosa stessa, e che dalla varia disposizione ed ordine, in cui si trovano riuniti a fare gli atomi, che noi non possiamo in veruna guisa separare stabilmente ed esaminare a parte (**s.** I. 2ª), nasca la varietà dei corpi stessi chimicamente elementari? Bisogna pur confessare che molte e molte cose ci sono finora del tutto occulte, e che intorno a quelle stesse, alle quali furono rivolte le umane investigazioni, rimane ancora molto a sapersi. Anzi è ora ben manifesto che l'uomo non potrà giammai vantarsi di avere sciolto ogni nodo, e di aver penetrato tutti gli arcani della creazione: e che, quantunque sien grandi i progressi già fatti nella scienza del mondo materiale, non mancheranno mai nuove scoperte ad eccitare quella meraviglia e quella sorpresa, che vivamente scuotendoci spiega dinanzi al nostro pensiero la grandezza di Dio e il nostro nulla, e ci infiamma il cuore del desiderio di arrivare a quel beato soggiorno, in cui avremo del Creatore e delle sue opere un compiuto e giusto conoscimento.

ARTICOLO III.

LEGGI CHIMICHE GENERALI.

80. Leggi delle analisi, e delle sintesi.— Le condizioni, i modi, e gli effetti delle composizioni e decomposizioni chimiche degli inorganici non sono che altrettanti o corollarii o epiloghi delle dottrine già stabilite. Potremo quindi trattarne assai speditamente.

I. SCOLII. 1° Rapporto alle condizioni prerequisite per le sintesi, di regola ordinaria l'affinità chimica non opera se i corpi non sono a contatto, ad alta temperatura, ed in istato fluido, almeno quanto ad uno di essi. Poche sostanze operano chimicamente allo stato solido, e si richiede almeno lo spolverizzamento per facilitarne le combinazioni: infatti il Fe ed il S finamente divisi, ed impastati con acqua fanno il solfuro di

ferro. E però dee dirsi che la forza di coesione è più energica dell'affinità. Inoltre l'O e l'H possono restare lungamente mescolati senza combinarsi; ma appena si riscalda il miscuglio anche con una semplice scintilla elettrica, all'istante si uniscono e formano l'acqua.

2° Spesso l'affinità di due sostanze diviene più energica per la presenza di un'altra atta a combinarsi al composto, cui tendono a produrre le prime. Così lo Zn da sè non à per l'O un'affinità, che basti a toglierlo all'acqua; ma l'acquista (**62**.IV.3°) a contatto coll'acido solforico. Anzi l'affinità fra due corpi può restare avvivata anche per la sola presenza di un corpo, che non subisce per la loro combinazione alterazione veruna. Abbiamo già notato (**57**.I.9°) questa virtù nel platino spugnoso, e (**72**.II.3°) nel Pl, Au, Hg molto divisi verso il biossido d'H.

3° V' à delle sostanze, le quali ànno affinità chimiche più forti nell' atto che trovansi allo stato nascente (**61**.I. e II.4°). L'H ed il N mescolati insieme e riscaldati rifiutano di combinarsi; non così se nell'atto che stanno svolgendosi incontrinsi in un medesimo liquido.

4° L'affinità chimica di un dato corpo verso sostanze differenti suol essere assai varia. L'O, a cagion di esempio, non si combina coi corpi i più densi Pl ed Au, benchè li tocchi roventi e fusi; e si combina invece facilissimamente col radissimo dei corpi l'H. Probabilmente gli atomi di qualsivoglia corpo ànno qualche affinità per quelli di qualunque altro corpo; ma talora avviene che, nel risultato dell'unione di due corpi, non restino neutralizzate che in parte le proprietà dei componenti; anzi talvolta due corpi, sebbene permisti insieme, rifiutano di unirsi, ed abbandonati a se stessi dispongonsi a seconda del loro peso specifico. In quest'ultimo caso dee dirsi che fra essi, e sotto quelle date condizioni non v'è affinità veruna.

5° Sembra che nelle affinità chimiche influisca anche la massa. Già abbiamo avuto (**67**.II.1°) degli esempii di tale influenza. Se gli ossidi in una corrente di H dànno a questo il loro O, ciò avviene perchè ciascuna molecola di ossido ritrovasi nella sfera di attività di sempre nuove molecole di

H, e però l'affinità fra i due aeriformi prevale su quella dell'O pel metallo. Se questo in una corrente di vapor d'acqua si ossida, ciò è perchè ogni sua molecola rinviensi sotto l'azione di un gran numero di molecole di vapore d'acqua, e però la sua affinità per l' O vince quella di questesso per l'H.

6° L'affinità chimica non può esercitarsi verso più corpi ad un tempo. Infatti una sostanza lascia quella, con cui era congiunta, per combinarsi con un'altra, verso la quale à maggiore affinità; oppure a tal fine lascia stare una terza, con cui si sarebbe combinata, se l'avesse trovata sola. Si mesca all'NO^5 allungato un certo peso di magnesia polverizzata; questa viene disciolta: altrettanto accade se vi si mesca invece della calce polverizzata: ma ove queste due sostanze vi si mescolino ad un tempo, ed il miscuglio si lasci in riposo, dopo alquante ore si trova intatta la magnesia e sciolta la calce. Se nell' NO^5 si versi Hg, se ne ottiene una combinazione; ma se dopo vi si getti una certa quantità di limatura di Zn, l'Hg si separa dall'acido e precipita, ed invece si forma la combinazione dello Zn. In una soluzione di nitrato d' argento si tuffi una lamina di rame, l'argento precipita, e si forma nitrato di rame; precipita il rame se nella soluzione di quest' ultimo introducasi il ferro. Nella soluzione di solfato di zinco s' immerga del carbonato di potassa; se ne ottengono due sali nuovi, cioè solfato di potassa, che rimane sciolto, e carbonato di zinco, che è insolubile. Quindi è che l' affinità chimica si ritiene per una forza metaforicamente elettiva.

7° È un effetto ordinario, e perciò indizio delle combinazioni, l'eccitamento di calore, e talora anche di luce (quindi la roventezza, le combustioni e le fiamme), non che l'omogeneità e spesso anche la trasparenza del composto; come è omogenea e limpida l'acqua, in cui trovisi disciolta la calce a formare un idrato.

8° A risolvere un composto nei suoi componenti è necessario (**61**.IV.8°) riscaldarlo più o meno fortemente; oppure (**62**.I.) farlo traversare da una corrente elettrica; oppure (**63**.IV.3°) esibirgli un terzo corpo, col quale il componente, che non si vuole isolare, abbia maggiore affinità di quella che à per l'altro, con cui si trova unito; oppure come ab-

biamo già (**63**.II.3°) accennato, e come vedremo nella Sezione seguente (**29**.II.4°), esporlo alla luce specialmente violetta. Ove riflettasi al primo di questi requisiti delle analisi, si vede, che sebbene l'elevazione di temperatura sia ordinariamente una condizione delle sintesi, pure una temperatura assai elevata indebolisce le affinità. Del resto si può ottenere la decomposizione dei corpi facendo evaporare, o sciogliere, o solidare quello dei componenti, che non si vuole possedere isolato: ma questo metodo pare che non riesca, se non quando si tratta di miscugli, o di combinazioni assai deboli.

II° LEGGI. 1ª *Le quantità in peso, onde una data sostanza entra in combinazione con un' altra, sono determinate ed invariabili.* Per esempio, nel cinabro il S e l'Hg sono sempre nella proporzione di 13 a 87; nell'acido carbonico il C e l'O sono come 75:200, dovunque l'acido si ritrovi e qualunque ne sia la provenienza. In altri termini: supponiamo che il peso *a* della sostanza A entri in combinazione col peso *b* della sostanza B; si potranno combinare insieme anche altre quantità di A e di B, ma a condizione che queste quantità stieno fra loro nel rapporto *a* : *b*. Altrimenti l'eccesso o il soprappiù di una delle due rimane incombinato e libero. Si avverta bene che questa non è la legge della proporzione *unica*, ma delle proporzioni *definite*; perchè qui si dice solo che, sebbene due sostanze possano combinarsi fra loro in quantità diverse, pur tuttavolta queste proporzioni sono determinate, ed invariabili.

2ª *Le varie proporzioni, in cui possono combinarsi due sostanze, serbano fra loro rapporti razionali e semplici.* A cagion d'esempio, abbiamo veduto (**63**.II.5°) che con un equivalente di N si combinano 1,2,3,4,5 equivalenti di O, non $1, 1^1/_2, 2^1/_7, \ldots$. In generale se *a*:*b* è una delle proporzioni, in cui si combina A con B; tutte le altre si possono rappresentare da *ma*:*nb*; purchè *m* ed *n* non escano dai valori dei più semplici numeri naturali 1,2,3,4,5,.... Che se trattisi di aeriformi, anche i loro volumi, a parità di condizioni in tutto il resto (calore, pressione,...), stanno fra loro, ed al volume del composto in rapporti assai semplici.

3ª *Gli equivalenti chimici possono sostituirsi uno all'altro in un composto, senza che l'elemento sostituito trovisi o in eccesso o in difetto riguardo all'altro, a cui s'unisce.* Se la sostanza A si combina colla B nel rapporto $a:b$, e colla C nel rapporto $a:c$; le combinazioni, che possono aver luogo fra B e C, sono sempre nel rapporto $mb:nc$; purchè m ed n rappresentino due numeri interi, e il più delle volte l'unità. Mi spiego. Per formare l'ossido di Pb senza avanzi, è necessario mettere insieme parti 1294,5 in peso di Pb con 100 di O; e per formare pur senza resti il solfuro di Pb, conviene unire alla stessa quantità di Pb 200 parti di S. Or bene: ad ottenere una combinazione di tutto l'O e S adoperato, non si possono mettere insieme 100 parti di O e 250 di S, nè 110 del primo e 200 del secondo. Perchè si combinano sempre 100 di O con 200 di S; rimanendo incombinato nel primo caso 50 di S, e nel secondo 10 di O. Parimente è dimostrato che 100 parti di O non possono combinarsi che con 12,5 d' H, con 75 di C, con 489 di K, con 350 di Fe, ecc., per produrre i primi gradi di combinazione di quelle sostanze. Ma è anche dimostrato, che, volendo effettuare i primi gradi di combinazione delle sopraddette sostanze, non si può sostituire alle 100 parti di O che o le 12,5 di H, o le 75 di C, o le 489 di K, o le 350 di Fe. Insomma tutte quelle quantità sopra determinate di corpi semplici si possono sostituire esattamente una all'altra; e quindi *equivalgono* nelle combinazioni chimiche.

4ª *Fra tutti gli ossisali, formati da un dato acido con una base qualunque, i veramente neutri contengono nell'acido una quantità di* O, *che è in rapporto costante con quella della base.* Nel solfato di potassa, per esempio, ed in qualunque altro solfato neutro, l'O dell'acido sta a quello della base, come 3:1. Parimenti nel nitrato di soda, e in tutti gli altri nitrati neutri le due quantità d'O trovansi nel rapporto 5:1.

III. COROLLARII. 1ª Dunque quelle quantità in peso delle diverse basi, che occorrono per neutralizzare una certa dose di un dato acido, sono atte a neutralizzare ancora una quantità equivalente di qualunque altro acido. Discende dalla legge 4ª.

2° Dunque se uno dei due sali, che nascono per lo scambio delle basi di due altri, riuscirà neutro, neutro dev'essere anche l'altro. Anche questo corollario fluisce della 4ª legge.

IV. DEFINIZIONI. 1° L'operazione, onde due sostanze sono determinate a combinarsi, e che è esercitata da una terza, la quale à affinità pel composto che ne nasce, è detta *azione predisponente*.

2° L'operazione analoga esercitata da un terzo corpo, che non prende parte a veruna combinazione, da Berzelius fu attribuita ad una forza da lui detta *catalitica* o *catàlisi*; ma dai moderni è denominata *azione di presenza* o *di contatto*, o *influenza chimica*.

3° Si dice *affinità doppia* o *complessa* quella, per cui ciascuna base di due soluzioni saline mescolate insieme lascia il suo acido, e prende quello dell'altra.

4° Quelle unioni di più corpi, nelle quali non restano neutralizzate le proprietà dei componenti, e non si verifica la legge delle proporzioni determinate, portano il nome di *mescugli*.

5° Chiamansi *chimiche* quelle mescolanze, che anche osservate coi migliori microscopii, si mostrano del tutto omogenee. Sono tali le soluzioni dei solidi, dei liquidi, e degli aeriformi, non che quasi tutte le leghe, e le amalgame.

6° Quelle meschianze, che sono costituite da masse sensibili di sostanze differenti interposte le une alle altre, ricevono l'aggettivo di *meccaniche*.

81. Teorie chimiche. — Chiuderemo quest'ultimo Capitolo con un succinto epilogo delle teoriche più accreditate intorno ai fenomeni chimici.

SCOLII. 1° Anticamente, come abbiamo più volte accennato, si riteneva che tutti i corpi risultassero da quattro sole sostanze elementari; e si pensava che una sostanza congiunta con un'altra potesse talora mutar natura, ossia cessare di essere quello che era, per principiare ad essere una cosa totalmente ed intimamente nuova, cioè trasustanziarsi. Quindi la ricerca del *lapis philosophorum*, ossia di una sostanza capace di essere trasustanziata in oro: ricerca, che fu il problema più importante degli esordii della Chimica,

vale a dire dell'Alchimia. Ma una sostanza, come sanno al presente tutti i principianti di Metafisica, non può cangiarsi in se medesima, che col cessare di esistere, e dar luogo ad un'altra. E però la *forma*, per sostanziale che sia, non può cangiare sostanzialmente la *materia*: perchè a tal uopo si ricerca una forza infinita; e sarebbe, per non dir altro, una assai ridicola stranezza ammettere che Domineddio in ogni nostra sintesi sostituisca alle sostanze, che noi mettiamo nelle storte, un'altra pesante *assolutamente* come quelle; e in ogni nostra analisi (non guari dissimigliantemente da un giuocatore di bussolotti) ritorni a metter fuori con gran destrezza precisamente quelle medesime in qualità e in quantità.

2° Al presente, abbandonata questa assurda teorìa, si ammette universalmente che una combinazione non sia altro che un' intima unione di due sostanze eterogenee. Le quali nel combinarsi non si alterano in sè stesse, ma dànno origine ad una sostanza, la quale risultando da due materie diverse deve avere proprietà differenti da quelle delle sostanze componenti isolate. Resta a spiegare come possa essere che le proprietà di un composto chimico sieno totalmente diverse, e fors' anche contrarie a quelle de' suoi elementi, e non la somma o la differenza delle medesime. A me sembra che la cosa possa in qualche maniera spiegarsi, col riflettere che il risultato della combinazione dev'essere un nuovo individuo, o *supposto*; il quale operi bensì in virtù delle forze de' suoi componenti, ma in quanto composto, e in guisa che l'*azione sia* precisamente *del tutto e del composto* (come dicevano gli antichi). In tale ipotesi il composto dee produrre varii effetti, che non sarebbero giammai attendibili dai componenti, i quali agissero o isolatamente, come accade nei semplici, o in compagnia, ma ciascuno per conto proprio, come avviene nei miscugli meccanici. Dissi *varii effetti*; perchè alcuni di questi (per esempio il peso assoluto) rimangono nel composto inalterati: come un membro di un animale pesa ugualmente vivo e morto; ma solo da vivo, cioè quando è unito ipostaticamente coll'essere senziente, è atto a preparare le sensazioni dell'anima, ed a compire delle azioni veramente *animali*; le quali sono tutt'altra cosa dalle operazio-

ni, che potrebbero fare insieme l'anima ed il corpo, quando questi operassero insieme, ma indipendentemente.

3° Oltre a ciò i Chimici comunemente dalle leggi delle proporzioni definite e multiple traggono la dimostrazione della *teoria atomistica* o *corpuscolare*, che noi abbiamo già (**a**.I.2°) ammessa anche per considerazioni ontologiche. E veramente se un equivalente di O (essi dicono) entra in combinazione (**a**. II. 1° e 3°) o con uno o con due equivalenti d'H, e non mai con uno e mezzo, nè con uno e un terzo, e via dicendo; bisogna che le particelle ultime, ma corporee (cioè molteplici) dell'H sieno inseparabili colle forze naturali, ossia veri atomi. Infatti in tanto un volume di O non dee potersi combinare con due e mezzo d'H, in quanto in tal caso ogni atomo del primo dovrebbe combinarsi con due e mezzo del secondo: il che non può avvenire, perchè gli atomi non si spaccano in due metà. Ammessa questa teorica, sarebbe vero che le forze create riuscirebbero incapaci di dividere i minimi corpicciuoli non solo stabilmente, ma anche in un modo passeggero e fugace, vale a dire nel tempo delle analisi e delle sintesi.

4° Anzi, vigendo la legge delle proporzioni definite anche pei composti, si suole al presente sostenere, che ogni minima particella del composto debba essere parimente un *atomo*, ossia un individuo; vale a dire un corpicciolo formato da atomi eterogenei così strettamente uniti fra loro, che nessuna forza di ordine strettamente fisico, ma solo qualcheduna determinata di ordine chimico possa risepararli. Secondo questa teorica tutti i corpi, vuoi semplici, vuoi composti, debbono avere i loro minimi ponderabili, dotati della proprietà di poter essere sostituiti gli uni agli altri nelle combinazioni; e quei minimi saranno appunto i loro equivalenti. E come questi ànno da avere il loro peso, diverso nelle differenti sostanze, ma identico nella sostanza medesima; così nella teoria atomica gli equivalenti si chiamano anche *pesi atomici*. Inoltre in tale teorica gli atomi tanto semplici che composti vengono ritenuti come perfettamente uguali ed omogenei; e le leggi chimiche sono spiegate nella seguente maniera. Quando una sostanza di peso atomico p combinasi ad

un'altra di peso atomico p', la combinazione non potrà effettuarsi che fra N atomi della prima ed n della seconda, purchè N ed n rappresentino o l'unità o un numero intero. E perciò il rapporto, fra le quantità ponderabili dei componenti, sarà in ciascun atomo del composto $Np : np'$, ed in una massa m qualunque sarà $mNp : mnp' = Np : np'$; cioè in qualunque massa composta il detto rapporto sarà costante, e questa è la legge delle proporzioni definite. Posto poi che le medesime sostanze si combinino fra loro in più rapporti, certamente nei varii composti risultanti, le quantità ponderabili di ciascun elemento Np, $N'p$, $N''p$,... np', $n'p'$, $n''p'$ saranno altrettanti multipli interi di p e di p'; e questa è la legge dei multipli.

5° Se non che si va anche più oltre e si crede che, se tutti i corpi fossero ridotti a vapore, si combinerebbero secondo la legge dei rapporti semplici in volume; e pretendesi che il numero relativo degli atomi, i quali costituiscono un dato volume di gasse possa dedursi o dalla legge degli equivalenti, o da quella dei rapporti semplici; e così i Chimici dividonsi in due schiere. I primi dal vedere che i corpi si sostituiscono nei composti l'uno all'altro per equivalenti, vogliono che equivalente corrisponda ad atomo. E poichè due volumi d'H ed uno di O equivalgono; perciò 1 atomo di H, secondo essi, è doppiamente voluminoso di 1 d'O. I secondi, partendo dall'ipotesi che due medesimi volumi di due aeriformi diversi contengano in condizioni simili un medesimo numero di atomi, sostengono che nelle combinazioni dei gassi la proporzione dei volumi rappresenti quella, in cui si ritrovano i numeri degli atomi. Per la qual cosa, esigendosi due volumi d'H ed uno d'O a formar l'acqua, in ciascuna molecula di questa si troverebbero 2 atomi d'H ed 1 d'O. E poichè 100 parti in peso di O si combinano senza resti con 12,5 di H; se il peso di ciascun atomo, di O si chiami 100, il peso di ciascun atomo di H sarà 12,5 nella supposizione che un equivalente sia un atomo: sarà 6,25 nell'ipotesi che sotto uguali volumi si ritrovi il medesimo numero di atomi. Quindi le tavole del *peso atomico* dei corpi semplici mostrano una varietà, che dipende dalle due sup-

posizioni sopraddette. Ma esse presentano anche un'altra disparità, la quale dipende dal discordare che fanno i Chimici nell'adozione del corpo, a cui debba attribuirsi il peso atomico convenzionale 1, o 100. Chè per alcuni è l' O, cioè il corpo che si presta al maggior numero di combinazioni, o l' eroe della Chimica; per altri è il leggerissimo di tutti i corpi, ossia l' H.

6° Queste notizie di Chimica, comechè assai mancanti, bastano per la comune erudizione elementare, e per ingerirci un'alta idea del Supremo Fattore, il quale con sì pochi principii e leggi ottiene un numero sterminato di effetti e di trasformazioni; e non à bisogno di crear più nulla, o di annichilare qualche cosa, o di variare veruna legge: perchè à ordinato tutto, preveduto tutto, bilanciato tutto, misurato tutto, e provveduto a tutto con infinita Potenza, Sapienza, e Bontà.

FINE DEL TOMO II.

Digitized by Google

INDICE

DELLE MATERIE CONTENUTE NEL PRESENTE VOLUME.

FISICA SPERIMENTALE.

1. NOZIONI PRELIMINARI. *Oggetto de la Fisica Sperimenta'e.* pag. 5
2. *Essenza nozionale dei corpi* . . . . . » 6
3. *Estensione* . . . . . » 8
4. *Resistenza* . . . . . » 10
5. *Attributi essenziali della materia* . . . . . » 15
6. *Divisibilità della materia* . . . . . » 20
7. *Inerzia* . . . . . » 27
8. *Principali specie di materie* . . . . . » 29
9. *Partizione della Fisica Sperimentale* . . . . . » 31

SEZIONE PRIMA.

PONDERABILI.

10. PROEMIO. *Oggetto e partizione della presente Sezione* . . » 33

CAPO PRIMO.

PROPRIETA' GENERALI DEI CORPI.

11. *Ripartizione del Capito'o* . . . . . » 37

ART. I. **Proprietà degli stati dei corpi.**

12. *Novero delle proprietà de' solidi* . . . . . » 37
13. *Novero delle proprietà de' liquidi.* . . . . . » 41
14. *Novero delle proprietà dei vapori* . . . . . » 42
15. *Stati dei corpi* . . . . . » 48
16. *Conclusione* . . . . . » 52

ART. II. **Proprietà generali.**

17. *Impenetrabilità* . . . . . » 53
18. *Dilatabilità* . . . . . » 55
19. *Peso* . . . . . » 67
20. *Porosità* . . . . . » 76
21. *Conclusione dell' Articolo* . . . . . » 78

ART. III. **Mutazioni di stato.**

22. *Ebollizione e liquefazione* . . . . . » 80
23. *Evaporazione* . . . . . » 85
23. (bis). *Fusione, soluzione, e solidificazione* . . . . . » 90
24. *Spiegazione di alcune meteore* . . . . . » 92

CAPO SECONDO.

PROPRIETA' PARTICOLARI DEI CORPI.

25. *Partizione di questo Capitolo* . . . . . pag. 96
ART. I. **Coesione.**
26. *Proprietà dipendenti dalla coesione*. . . . . » 96
27. *Elasticità* . . . . . » 101
28. *Attrazione molecolare* . . . . . » 109
29. *Formazione dei cristalli* . . . . . » 115
30. *Leggi della cristallizzazione* . . . . . » 122
31. *Metodi di derivazione delle forme cristalline* . . . . . » 128
32. *Prima sistemazione dei cristalli* . . . . . » 134
33. *Sistemazione moderna dei cristalli* . . . . . » 137
34. *Dimorfismo ed isomorfismo*. . . . . » 141
35. *Spiegazione de la cristallizzazione* . . . . . » 144
ART. II. **Fluidità.**
36. *Osservazioni preliminari* . . . . . » 149
37. *Trasmissione delle pressioni* . . . . . » 151
38. *Giacitura e pianezza della superficie libera dei liquidi*. . » 157
39. *Pressione dei liquidi sul fondo dei vasi* . . . . . » 160
40. *Pressione dei liquidi sulle pareti dei vasi* . . . . . » 162
41. *Leggi della capillarità* . . . . . » 165
42. *Spiegazione della capillarità* . . . . . » 169
43. *Endosmosi* . . . . . » 170
44. *Conclusione dell'Articolo* . . . . . » 172
ART. III. **Elasticità.**
45. *Uniformità del condensamento dei vapori* . . . . . » 175
46. *Espansività de' fluidi elastici* . . . . . » 180
47. *Spiegazione delle trombe* . . . . . » 186
48. *Spiegazioni di altri fatti analoghi* . . . . . » 194
49. *Barometro* . . . . . » 198
50. *Relazione fra la densità, e l'elasticità od espansività dei gassi* » 204
51. *Spiegazione dell'espansività dell'aria*. . . . . » 207
52. *Leggi dei miscugli degli aeriformi* . . . . . » 210
53. *Leggi degli assorbimenti* . . . . . » 211
54. *Variazioni della pressione atmosferica* . . . . . » 212
54. (bis). *Altezza ed utilità dell'atmosfera* . . . . . » 215

CAPO TERZO.

PROPRIETA' SINGOLARI DEI CORPI.

55. *Oggetto del presente Capitolo*. . . . . » 220
ART. I. **Corpi semplici.**
56. *Nozioni preliminari* . . . . . » 221
57. *Descrizione dei corpi semplici*. . . . . » 225
58. *Considerazioni generali sui corpi semplici* . . . . . » 241

ART. II. **Corpi composti.**

59. *Nomi e simboli dei binarii di primo ordine* . . . . pag. 244
60. *Nomi e formule dei binarii di secondo o più alto ordine* . » 249
61. *Ossigeno, suo svolgimento, e combustioni* . . . . . » 252
62. *Idrogeno, sue combinazioni, ed acqua* . . . . . » 263
63. *Nitrogeno, sue combinazioni, ed aria* . . . . . » 271
64. *Combinazioni del cloro, bromo, iodio, e fluoro* . . . . » 277
65. *Combinazioni del solfo, fosforo, selenio, tellurio, ed arsenico.* » 282
66. *Combinazioni del carbonio, del silicio, e del boro* . . . » 288
67. *Ossidi, solfuri, e cloruri metallici* . . . . . » 298
68. *Combinazioni del potassio, sodio, litio, borio, stronzio, calcio* » 300
69. *Combinazioni del magnesio, manganese, zirconio, glucinio, torio, ittrio, erbio, cerio, lantanio, didimio* . . . . . » 302
70. *Combinazioni del ferro, zinco, cobalto, niccolo, cromo, cadmio, vanadio, uranio, e tallio* . . . . . » 303
71. *Combinazioni dello stagno, antimonio, molibdeno, tunstèno, titanio, tantalio, osmio, niobio, pelopio, ilmerio* . . . » 310
72. *Rame, piombo, bismuto* . . . . . » 310
73. *Combinazioni del platino, oro, argento, idrargiro, palladio, alluminio, rodio, iridio, e rutenio* . . . . . » 313
74. *Sali* . . . . . » 317
75. *Acidi organici, e basi organiche*. . . . . » 319
76. *Organici indifferenti* . . . . . » 323
77. *Sostanze costitutive dei corpi degli animali* . . . . . » 333
78. *Principali fenomeni chimici dell'economia animale* . . . » 336
79. *Conclusione* . . . . . » 340

ART. III. **Leggi chimiche generali.**

80. *Leggi delle analisi e delle sintesi* . . . . . » 314
81. *Teorie chimiche* . . . . . » 346

ERRATA CORRIGE.

PAGINA	LINEA	INVECE DI	LEGGI
7	28	4'	3'
11	36	Fisici	I Fisici.
14	1	IV.	V.
51	5	laterale (D)	laterale (B)
60	31	Lorenzo	Leopoldo

PAGINA	LINEA	INVECE DI	LEGGI
66	6	si abbassi al di sotto	s'innalzi al di sopra
68	8	è 14,5	è 13,5
71	7	alterazione	l'attrazione
72	19	queste soffrono	questo soffre
72	38	superficie sferica	superficie va in ragione inversa della estensione di questa: in altri termini, il numero dei raggi, che perviene sopra un' unità di una data superficie sferica,
73	3	gione inversa dei	gione diretta dei quadrati dei
85	16	vapori	liquidi
90	23	acido nitrico	acido carbonico
103	8	(BD)	(BC)
113	30	Platean	Plateau
116	8	tubetti	cubetti
117	21	complementare	supplementare
135	26	91	94
135	27	91	92
135	31	*abc*	*abe*
136	1	o	*o*
155	30	si fascia	si faccia
160	26	su	giù
168	18	(fig. 160.) o convessa (fig.161.)	(fig.161.) o convesso (fig.160.)
170	8	ua	un
177	3	abbiamo	abbiano
191	18	MN	PQ
191	19	M*ab*N	P*ab*Q
191	31	M*ab*N	P*ab*Q
229	14	1851	1751
229	38	314,47	314,7
242	32	33 O	33 U
247	25	Guyston-Morveau	Guyton-Morveau
248	31	nitruro biidrio	nitruro biidrico
260	25	ammissione	perdita
264	30	questo	quello
279	33	altezza (DH)	altezza (DR)
281	2	testacei	crostacei
295	2	potabile	potabili
301	28	ci determinano	vi determinano
302	9	ceiro	cerio
307	36	litanio	titanio
327	17	($C^{20}H^{16}N O^{2}$)	($C^{20}H^{16}N^{2}O^{2}$)
327	10	($C^{20}H^{8}N^{2}O^{16}$)	($C^{20}H^{8}N^{2}O^{16}$)

22017

IMPRIMATUR

Fr. Hieron. Cigli Ord. Praed. Sacr. Pal. Ap. Mag.

IMPRIMATUR

Petrus Villanova-Castellacci Archiep. Petr.
Vicesg.

Digitized by Google

Digitized by Google